

Aus der konservierenden Abteilung und dem histologischen Laboratorium  
des zahnärztlichen Institutes der Universität Basel  
Vorsteher: Prof. O. Müller

# Über Dentinimprägnation

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde  
der Medizinischen Fakultät der Universität Basel

vorgelegt von  
KARL GISLER  
von Bürglen (Uri)

Basel 1952  
Druck von Benno Schwabe & Co.  
Basel



Digitized by the Internet Archive  
in 2026

[https://archive.org/details/IA41548210\\_0110](https://archive.org/details/IA41548210_0110)

Aus der konservierenden Abteilung und dem histologischen Laboratorium  
des zahnärztlichen Institutes der Universität Basel  
Vorsteher: Prof. O. Müller

# Über Dentinimprägnation

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde  
der Medizinischen Fakultät der Universität Basel

vorgelegt von  
KARL GISLER  
von Bürglen (Uri)

Basel 1952  
Druck von Benno Schwabe & Co.  
Basel

Von der Medizinischen Fakultät der Universität Basel genehmigt  
auf Antrag von Herrn Prof. *O. Müller*

Datum der Promotion: 19. März 1951



Diese Arbeit erscheint im Buchhandel als Fasc. 2 der «Odontologica»,  
Abhandlungen aus dem gesamten Gebiet der Zahnheilkunde,  
herausgegeben von Prof. Dr. Oskar Müller

## Einleitung

Wenn an irgend einer Stelle des Organismus eine Verletzung stattgefunden hat, so daß den infektiösen Keimen ein Invasionsweg ins Gewebssinnere geboten wird, so zeigt sich uns sehr schnell das Bild der Defektinfektion. Aber sehr rasch macht der Organismus Abwehrkräfte mobil; wir erkennen das Bild einer Wundreinigung, einer Regeneration oder Restitution von innen heraus. Nicht so beim kariösen Zahn. Der anatomische Bau des Zahnes verglichen mit der Art der Wundheilung vermag uns sehr gut die Erfolglosigkeit eines Ausbesserungsversuches von innen heraus zu erklären. Erforderlich ist hauptsächlich eine gute Gefäßversorgung, die einen guten lokalen Stoffwechsel, d. h. einen raschen und konzentrierten Transport von Abwehrstoffen, wie Agglutininen, Bakteriolytinen, Antitoxinen u. a., sowie einen guten Abtransport von pathogenen Wundstoffen ermöglicht. In den Zahnhartsubstanzen ist die Zirkulation denkbar schlecht. Wohl kennen wir an unsern vitalen Zähnen unter kariösen Infekten im Dentin eine Zone der vitalen Reaktion und eine Zone der Transparenz, wohl ist uns auch die Bildung von Reizdentin unter dem Karieskegel bekannt, Faktoren, die eine direkte Einwirkung auf die Pulpa verzögern. Aber die Gefäßversorgung – ein Lymphgefäßsystem existiert nicht – ist oft unzureichend. Mit dem Durchtritt oder besser gesagt mit der Einengung des Gefäßapparates am Foramen apicale geht die Fähigkeit, eine zirkulatorische Mehrleistung erreichen zu können, oft verloren. Ein weiteres erschwerendes Moment ist die Tatsache, daß die Wundfläche in der ersten Zeit des kariösen Angriffes, besser gesagt der Kavitätenboden durch die nicht-vaskularisierten Zahnhartsubstanzen von der Pulpa getrennt ist. Wohl mag in den Dentinkanälchen ein Saftstrom vorhanden sein, der einer funktionsunkräftigen Diffusion gleichzusetzen ist. Ein Weg zur erfolgreichen Behandlung kariöser Defekte ist einzig die fachkundige Exkavation und Füllung unter weitgehendster Schonung der vitalen Pulpa.

Die Zeit, da man aus Gründen der bequemen Exkavation oder zur Ausschaltung der Schmerzreaktion des Patienten sehr schnell zur Devitalisation der Pulpa schritt, ist heute vorbei. Gerade das Gegenteil wird angestrebt: den Zahn so lang als möglich vital zu erhalten. Schon früher, als man der Zahnvitalität noch keine bedeutende Beachtung schenkte, waren die Nachteile der Devitalisation bekannt. Pulpotote Zähne verlieren an Transparenz und Festigkeit, werden dunkel verfärbt und leicht brüchig und als Resultat davon schneller extraktionsreif. Aber man wollte durch die schnelle Devitalisation dem Patienten weitere unangenehme Schmerzen ersparen, zudem blieb die genannte Methode meist auf das Molarengebiet beschränkt, wo die kosmetisch störende Verfärbung nicht in die Waag-

schale fiel. Auch die erhöhte Kariesanfälligkeit pulpaloser Zähne, denen ja die Sekundärdentinbildung und die Schmerzreaktion, welche letztere den Patienten an den Defekt erinnert und ihn zum Zahnarzt führen soll, fehlen, störte nicht. Die prothetische Versorgung wurde so über kurz oder lang Tatsache. Wir wissen aber ganz genau, daß auch bei bester prothetischer Versorgung nie mehr die physiologischen Kauwerte erreicht werden können. Wenn aber nun das lokale und gar noch das allgemeine Fundament zur Erlangung funktionstüchtiger Prothesen ungünstig ist, so muß nachträglich der Zahnverlust nicht nur als eine bloße Einengung der Gaumenlust im biologischen Sinne, sondern darüber hinaus als eine Beeinträchtigung der Gesundheit unseres Patienten erkannt werden, was auch seine persönliche Psyche stark beeinflussen kann.

Ein weiterer Grund für die sorgfältige Pflege der Pulpenvitalität ist seit dem Bekanntwerden der Fokalinfection die Tatsache, daß neben den kryptenreichen Tonsillen infizierte Wurzelkanäle und periapikale Infektionen (wir kennen diesen Herd unter dem Namen des streuenden Granuloms) in der Ätiologie dieser Infektion eine Rolle spielen können. Selbst die beste Wurzelfüllung gibt uns keine hundertprozentige Sicherheit, daß sie nicht bei einer momentan ungünstigen Reaktionslage im Organismus durch hämatogene Lokalisation von infektiösen Keimen zur Quelle einer Herdinfektion werden kann. Außerdem läßt sich die Frage, ob bei der Desinfektion eines infizierten Wurzelkanals wirklich alle infektionspotenten Spalten und Kanälchen, hauptsächlich im apikalen Drittel und hier besonders an Molarenwurzeln, als Quelle einer Herdinfektion ausgeschlossen werden, kaum mit einem überzeugenden Ja beantworten. Die Prophylaxe der Pulpa, die mit allen Mitteln und unter allen Umständen ihre Lebenserhaltung anstrebt, gibt uns die Möglichkeit, mit Sicherheit die Gefahr einer periapikalen Läsion im allgemeinen und einer Fokalinfection im besondern in den Fällen, wo es gelingt, die Pulpa vital zu erhalten, auszuschließen.

## Geschichtliches

Wenn es den Kariesursachen gelungen ist, einen Zahn anzugreifen, so setzt sich die Kariesprophylaxe fort in die Karietherapie. Durch das Zusammenspiel der azidophilen und der proteolytischen Bakterien wird sowohl die anorganische wie die organische Zahnschubstanz aufgelöst, und sehr bald haben wir das Bild einer kariösen Kavität vor uns. Die Infektion rückt immer tiefer ins Zahnninnere vor, immer auf dem anatomisch vorgezeichneten Weg der Dentinkanälchen, erreicht endlich die Pulpa, die dann unter irgend welchen mehr akuten oder mehr chronischen Entzündungserscheinungen zugrunde geht, bis das ganze Pulpa- und Wurzelgebiet gangränös zerfallen ist. Die lokalen und allgemeinen Komplikationen, die von einem infizierten Wurzelkanal ihren Ursprung nehmen können, sind uns bekannt. Es gibt nur eine Möglichkeit, eine Karies zum Stillstand zu brin-

gen; dies ist die Exkavierung aller kariösen Massen und ihre Entfernung bis ins gesunde Dentin. Es kann aber die allgemeine Regel, bis ins Gesunde hinein wegzuschneiden, eine Einschränkung erfahren, dann nämlich, wenn die Zahnfäulnis sehr tief in der Richtung der Pulpa vorgedrungen ist, wie sie uns unter dem Bild der Caries profunda bekannt ist. Es gilt nun nicht mehr das erste Gesetz; denn bei gründlicher Exkavation bis ins Gesunde hinein laufen wir Gefahr, die Pulpa artifiziell zu eröffnen oder durch Druck oder Überhitzung derart zu schädigen, daß es für sie den Untergang bedeutet. Wir versuchen sorgfältigste Exkavation unter möglichster Schonung der Pulpa.

Es stellt sich nun die Frage, was und wieviel von kariösem Dentin dürfen wir belassen, um nicht nach gelegter Füllung in der Tiefe ein Wiederaufflackern der Infektion befürchten zu müssen. *H. Batt* hat in dieser Richtung Versuche angestellt und die Kariestherapie in Gegensatz gestellt zur Karzinomtherapie. Bei der Karzinomexzision gilt die Entfernung bis ins Gesunde hinein unbedingt; denn aus jeder zurückgelassenen Karzinomzelle kann ein Rezidiv hervorgehen. Nicht so bei der Karies. *Batt* sagt zunächst: «Jede Karies, die durch Füllung nach außen abgeschlossen ist, steht still. Durch das Zurücklassen einer kariösen Brücke wird die artifizielle Eröffnung der Pulpa verhindert. Die Pulpa geht nur zugrunde durch neueinsetzende Randkaries bei nicht dicht schließenden Füllungen, durch chemische (Silikat) und thermische Schäden sowie durch mechanische Traumen, aber ein Kariesrezidiv gibt es nicht». Dieselbe Ansicht hat *Preiswerk*; denn er sagt: «Im Falle tiefer Karies kann eine dünne Schicht kariösen Dentins am Grund der Kavität zurückgelassen werden. In einer dichtverschlossenen Kavität gedeihen die Mikroben nicht, da ihnen die nötigen Nahrungsstoffe fehlen.» Demgegenüber weist *H. Greth* darauf hin, daß wir nie wissen, inwieweit die verfärbten, wenn auch harten Dentinschichten noch infiziert sind und ob nicht bei irgendeiner Änderung der Reaktionslage oder der lokalen Verhältnisse ein weiteres Vordringen der Bakterien möglich und eine Dauerinfektion des zurückgelassenen verfärbten, harten Dentins Tatsache wird. Tatsächlich hat *S. Seltzer* in 80–90 % der tiefen Kavitäten im Dentin Bakterien nachweisen können. Ein Nahrungsmangel, wie er in gut verschlossenen Kavitäten herrscht, bedeutet nicht unbedingt den Tod der eingeschlossenen Mikroorganismen. Nach *Besic* (USA) ergab sich aus einer Versuchsreihe folgendes Resultat: Die Laktobazillen starben in 2–10 Monaten, 30 % der Streptokokken waren nach einem Jahr noch lebend, und von den Staphylokokken waren nach dieser Zeit alle lebensfähig geblieben. Daraus läßt sich die Frage ableiten: Können nicht diese überlebenden Bakterien langsam die Dentintubuli durchwandern, in die Pulpa und von dort in den Kreislauf gelangen? Es genügt also eine gut schließende Füllung allein nicht, sondern zusätzlich muß das zurückgelassene kariesverdächtige Dentin gut desinfiziert und durch eine dicht schließende Unterlage oder Imprägnation gegen äußere Einflüsse abgeschlossen werden. Schließlich hat auch *H. Batt* seine Ansicht über das Kariesrezidiv etwas eingeschränkt und den Satz geprägt: «Eine exakte, das erweichte Dentin erfass-

sende Kavitätenpräparation, verbunden mit einer Neutralisation der Kariessäuren und einer Desinfektion oder Imprägnation des zurückgelassenen verfärbten, aber harten Dentins über der Pulpa sowie eine hermetische Abschließung durch Zement dürfte einen sichern Pulpaschutz und die Lebenderhaltung der Pulpa gewährleisten und damit auch einem eventuellen Kariesrezidiv vorbeugen». Über das Zurücklassen von erweichtem Dentin gibt *H. Greth* in seinen «Fortschritte in den Methoden der Pulpaerhaltung» an, es müsse die erweichte Dentinschicht immer imprägniert werden, weil sonst wohl klinisch keine ungünstigen Resultate erzielt werden, aber die Ergebnisse der histologischen Nachprüfungen nicht zur Nachahmung dieser Methode ermutigen.

Bei der Caries profunda sind nun zwei Möglichkeiten zu unterscheiden. Entweder ist über der Pulpa noch eine Schicht harten, wenn auch verfärbten Dentins zurückgeblieben, oder es ist die Dentinbrücke bis zur Oberfläche der Pulpa erweicht. Im ersten Falle sind also noch die unter jedem Karieskegel vorhandenen Schichten der Transparenz und der vitalen Reaktion vorhanden. Diese Zonen sind äußerst kompakt und nur wenig durchlässig, was *Okino* durch seine experimentellen Untersuchungen über die Durchlässigkeit der transparenten Zone bei der Dentinkaries am lebenden Zahn gezeigt hat. Zu diesem Zwecke präparierte er eine nicht-kariöse und eine kariöse Kavität. Methylenblau und Trypaflavin dringen bei künstlichen Kavitäten (das sind also die nicht-kariösen Kavitäten) bis zur Pulpa ins Dentin ein, bei kariösen Kavitäten aber nur bis zur transparenten Zone, am gleichen Zahn neben der Karies aber doch wieder bis zur Pulpa. Silbernitrat, ein häufig gebrauchtes Imprägnations- und Ätzmittel, diffundiert in künstlichen Kavitäten bis zur Pulpa, in kariösen Kavitäten aber in 80 % nur bis zur transparenten Zone. Dentinestol dringt bei künstlichen und kariösen Kavitäten bis zur Pulpa ein, ebenso Chlorphenol.

Ist es bei der Behandlung der Caries profunda möglich gewesen, aus der Kavität sämtliches erweichtes Dentin zu entfernen, so daß am Boden der Kavität nur mehr eine harte verfärbte Dentinschicht zurückbleibt, so genügt es, das Dentin gut zu desinfizieren und mit einer gut schließenden Unterlage zu versehen. Unter einer solchen desinfizierten und mit einer reizlosen Unterlage versehenen Kavität bildet sich bei reaktionsfähiger Pulpa immer eine Schicht Reizdentin. Es muß aber gut darauf geachtet werden, daß bei der Desinfektion des tiefliegenden Dentins keine Medikamente verwendet werden, die auf die in nächster Nähe gelegene Pulpa eine schädigende Wirkung ausüben. Stark ätzende Medikamente dürfen in der Kavität nur verwendet werden, wenn es erwiesen ist, daß sie die Zone der Transparenz nicht durchdringen und damit die Pulpa gar nicht erreichen und schädigen können. Nach *Greth* muß in diesem Sinne vermieden werden: die Anwendung des Formaquadont (=4 % Paraformaldehyd + Aquadont), weil es bei histologischer Nachprüfung in der Pulpa Hyperämie, einzelne Entzündungsherde, Blutungen, vakuolige Degeneration der Odontoblasten und regressive Veränderungen feststellen läßt. Dasselbe ist der Fall bei Chlorphenolpräparaten, bei Karbolpräpara-

ten und bei Eugenol als Destillationsprodukt des Nelkenöls. Ebenso muß nach *Okino* das Dentinestol vermieden werden, da es die Zone der Transparenz durchdringt und in der Pulpa Odontoblastennekrose, Erweiterung der Blutgefäße, kleine Blutungen im Pulpagewebe und ausgesprochene Atrophie bewirkt. Es dürfen aber als gute Mittel empfohlen werden: Vioform oder Jodoform als Beigabe zum abschließenden Phosphatzement, Kupferzement, Silberpulverzusätze, Thymolalkohol 10 %, Silbernitrat 10 %, das mit einem Reduktionsmittel behandelt wird; aber höherprozentiges Silbernitrat muß vermieden werden, da es in manchen Fällen die transparente Karieszone bis zur Pulpa durchdringt und dort Degeneration der Odontoblastenzellen unter der Kavität, Gefäßerweiterungen, kleine Blutungen im Pulpagewebe und leichte Rundzellinfiltration verursacht. Des weitem empfiehlt *Greth* Calxyl, das alkalisierend wirkt und somit die Entkalkungssäuren zu neutralisieren vermag. *Grossmann* hat durch seine Versuche festgestellt, daß im kariösen Dentin das pH noch sauer verschoben ist und demnach eine Neutralisierung der noch in den Dentinkanälchen vorhandenen Kariesäuren durch alkalische Mittel begünstigt werden mag.

Ist die Karies so weit gediehen, daß die Dentinbrücke bis zur Pulpa hin erweicht ist, so kann der Versuch gemacht werden, nach sorgfältigster Vorbehandlung des restierenden infizierten und erweichten Dentins zum Zwecke der Konservierung dasselbe zu belassen; es muß aber nach einer gewissen Zeit eine klinische und röntgenologische Kontrolle vorgenommen werden. Diese Vorbehandlung des erweichten Dentins besteht nun in einer gründlichen Desinfektion und Imprägnation, ohne die nach Untersuchungen *Fabians* histologisch keine günstigen Resultate nachgeprüft werden können. Es muß bei diesem Vorgehen noch mehr als bei der verfärbten harten Dentinbrücke darauf geachtet werden, sämtliche irgendwie die Pulpa schädigende Medikamente zu vermeiden. Es hat auch hier nicht an Versuchen gefehlt, in Anlehnung an das natürliche Kariesgeschehen im Dentin eine Verkalkung der entkalkten Stellen zu erreichen, wie sie natürlicherweise in der Zone der Transparenz gegeben ist. Nach Versuchen mit Calcium gluconicum «Sandoz» wurde erweichtes Dentin nach 2–3 Monaten wieder hart, also remineralisiert, sofern die Pulpa nicht eröffnet war. War aber die Pulpa offen, so wurde von ihr je nach dem Alter des Patienten und den Regenerationskräften der Pulpa das Kalzium resorbiert, sie selbst aber kalkig degeneriert. Die Beimengung eines Körnchens Thymol als antiseptische Komponente wurde empfohlen, aber nicht bei sehr tiefer Kavität, weil sonst die Pulpa Schaden nimmt. Schmerzt die Pulpa bereits unter der Caries profunda, so wird geraten, das Kalksalz mit einer 20 %igen Sulfonamidlösung anzurühren. Die Wirkung dieser indirekten Überkappung mit Calcium gluconicum ist nun folgende: Der kariöse Zahn ist äußerst kalziumhungrig. Das Calcium gluconicum löst sich in der Feuchtigkeit des kariösen Herdes auf, diffundiert durch denselben hindurch und verändert sich chemisch erst, wenn es an der Pulpaoberfläche auf das vitale Dentin kommt. Hier wird die Glukonsäure vom Kalzium abgespalten, und dieses verbindet sich mit den

Phosphaten und Karbonaten, die auf dem Blutwege von der Pulpaseite her zugeführt werden, zu phosphor- und kohlensaurem Kalk; wir haben es also zu tun mit einer biologischen Remineralisation, die in der Tiefe des kariösen Dentins beginnt. Auf ähnliche Weise untersuchte *Nufer* die Beeinflussung tiefer Kariesherde mit Endoxyl I. Dieses ist eine Mischung verschiedener Kalziumsalze nach *H. Champion* und kommt in Verbindung mit Endoxyl II als Desinfektions- und Verbandsmittel zur Behandlung der vitalen Pulpa zur Anwendung. Endoxyl I wird reaktionslos ertragen. Klinisch sowohl als auch röntgenologisch ist einige Zeit nach der Behandlung eine stark verkalkte Schicht zu erkennen, die der transparenten Zone entsprechen dürfte. Eine Mineralisation des erweichten Dentins und ein fördernder Einfluß auf die Reizdentinbildung erfolgen aber nicht. Im histologisch untersuchten Präparat lassen retikuläre Atrophie, bündelförmige Anordnung des Pulpagewebes und hyaline Degenerationen eine Ausheilung seröser Pulpitiden vermuten. Ähnliche Ergebnisse wurden bei Anwendung von Calxyl, einer alkalisierten Kalkpaste (Kalziumhydroxyd), festgestellt. Ein weiterer Weg zur Konservierung verfärbten und erweichten Dentins kann durch Imprägnation versucht werden. So wurde die Verwendung von *Argentum nitricum* in Lösung und Substanz, Thymol, auch Xylol (von *Coebergh*, Utrecht) als besonders zweckmäßig empfohlen. Ihre Wirkung ist aber nicht so polyvalent, daß sie den ganzen Komplex der durch die «Entfernung des Kariösen bis ins Gesunde hinein» bedingten Schwierigkeiten in dem Maße und mit solcher Sicherheit aufzuheben vermöchte, daß sie eine grundsätzliche Änderung in der Behandlung kariöser Zähne herbeiführen könnte. Weiter wurde als Imprägnationsmittel angegeben das *Tiranal* von *Schröder*, welches die vorhandenen kariösen Massen verkieselt, kariöses Zahnbein sterilisiert und die Leitfähigkeit herabsetzt; aber *Halasz* findet bei länger dauernden Einlagen (24–48 Stunden) in einem recht hohen Prozentsatz Pulpentod, in andern Fällen stärkere oder geringere pulpitisches Beschwerden. Es sei ferner erwähnt das *Dentilith*, eine wasserhelle, geruchlose Flüssigkeit, deren wesentliche Bestandteile Periklas und Silizium sein sollen. Chemische Analysen ergaben 70 % Wasser und 30 % fast ausschließlich Magnesium-siliko-fluorid. Das Präparat ist stark sauer, anscheinend durch den Überschuß an Kieselflußsäure. Es soll nun die Magnesiumverbindung durch die im kariösen Dentin vorhandene Säure Siliko-Fluorwasserstoffsäure abscheiden, die die Verkieselung der erweichten Massen bewirken soll. Da aber diese Störung wasserlöslich ist, kann sie sich nicht als unlösliche Verbindung abscheiden. Zudem schließt der Überschuß an Flußsäure die Gefahr einer Pulpareizung oder -schädigung in sich. Ich nenne noch *Adal*, das pulpaschädigend ist und Hyperämie und Degenerationen hervorruft. In Amerika wird häufig Karbol-Eugenol verwendet, doch bestehen darüber keine histologischen Kontrollen oder Nachprüfungen mittels Induktionsstroms. Wie *Tiranal* durch den Verkieselungsprozeß den Bakterien das Nährsubstrat entzieht, so sollen auch die Präparate *Carit* und *Labadol* wirken, doch ist ihre Zusammensetzung nicht bekannt.

## Eigene Arbeiten

### *Einleitendes*

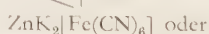
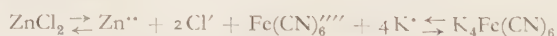
In der vorliegenden Arbeit war mir die Aufgabe gestellt worden, ein neues Imprägnationsmittel auf seine Wirkung bzw. Erfolgsaussichten und Verwendungsmöglichkeiten nachzuprüfen. Eingangs möchte ich etwas Allgemeines über den Imprägnationsvorgang festlegen.

Unter Imprägnation verstehen wir eine Durchtränkung (Imbibition) eines festen Körpers mit einer Flüssigkeit bzw. mit einem in einem Dispersionsmittel fein zerteilten andern Körper, wobei dieser in die Poren und intermolekularen Räume des zu imprägnierenden Körpers eindringt. Dieses Eindringen kann nun ein rein passives Hineindiffundieren sein, dessen Geschwindigkeit wächst mit der elektrolytischen Ladung der in der Flüssigkeit vorhandenen dispersen Phase und sinkt mit der Teilchengröße. Als unterstützender Faktor von seiten des zu behandelnden Mediums wirken die kapillarattraktiven Kräfte, welche in der Porenweite und Spaltbreite ihr Maß haben. Es läßt sich somit die Imprägnationskraft in der Formel festhalten  $K \cdot n = L/G \cdot x$ , worin K die Imprägnationsgröße, L die Teilchenladung, n die Porenweite und x eine Unbekannte, die durch eine gewisse biologische Aktivität des Gewebsmediums gegeben ist, sind. Bei unserer Zahnimprägnierung ändert sich die Dichte des Mediums in der zu imprägnierenden Kavität, je nachdem wir am Kavitätenboden einen durch die Karies erweichten oder zähen Grund finden oder eine harte verfärbte Dentinschicht der stark verkalkten Zone der Transparenz oder der vitalen Reaktion vor uns haben. Ferner wissen wir nicht, inwieweit der Saftstrom aus der lebenden Pulpa die Diffusion des eindringenden Mittels abstoppt. Von vornherein können wir also nur die Komponenten des Imprägnationsmittels möglichst günstig wählen, das sind die elektrolytische Ladung und die Teilchengröße, und das wiederum ist der Fall bei Salzen starker Säuren, die in einem Lösungsmittel in einem Ionen-Molekül-Gleichgewicht vorhanden sind. Ist nun einmal das Imprägnationsmittel am Ort der Wirkung angelangt, so muß es dort durch Aggregation oder Fällung fixiert werden, damit tatsächlich die bezweckte Verstopfung der Porenspalten und somit Abdichtung gegen äußere Einflüsse bestehen bleibt. Es liegt die Möglichkeit vor, daß durch biologische Kräfte von seiten des Organismus das Fällungsprodukt angegangen, aufgelöst und wegtransportiert werden kann, weshalb durch eine gut dichtende Zementunterlage die Kavität nach außen abgeschlossen werden muß.

B. Gottlieb hat in seinem Buch «Dental caries» den neuen Niederschlag von Zinkchlorid mit Kaliumferrozyanid beschrieben und in der Reihe der verschiedenen Imprägnationsmittel neben das bekannte Silbernitrat gestellt. Er gebrauchte Zinkchlorid in 50%iger und Kaliumferrozyanid in 10%iger Lösung. Bei meiner Arbeit hingegen waren die Konzentrationen 40% für Zinkchlorid und 20% für Kaliumferrozyanid, dieselben Konzentrationen, wie sie im handelsüblichen Dontoine «Berna» vorhanden sind.

Um das chemische Geschehen bei der Zinkchlorid-Imprägnation besser erklären zu können, möchte ich es in Vergleich stellen zur Silbernitrat-Imprägnation. Wenn wir Silbernitrat mit einem Reduktionsmittel, wie Glucoselösung oder Eugenol (hier sind nicht die Säure, sondern die aromatischen Aldehyde des Nelkenöls das wirkende Agens), versetzen, so erhalten wir eine Ausfällung von schwarzem reduziertem Silber, das sich im Reagensglas als metallischer Spiegel an die Wand niederschlägt. Das farblose Silbernitrat ist zunächst in einem Ionen-Molekül-Gleichgewicht, worin die Hälfte der Moleküle in Silber- und Nitrationen zerteilt sind. Durch den Reduktionsvorgang erhält nun das Silberion vom Reduktionsmittel ein fehlendes Elektron und wird so zum metallischen Silberatom, fällt somit aus der Lösung weg, was das genannte Ionen-Molekül-Gleichgewicht stört, so daß wieder weitere Moleküle zu Ionen zerfallen, was so lange geschieht, bis entweder alle Silbernitrat-Moleküle zu reduzierbaren Ionen zerfallen sind oder bis das verwendete Reduktionsmittel aufgebraucht ist. Bei der Imprägnation im Zahn wird das gelöste Silbernitrat mit dem Reduktionsmittel gefällt. Ein anderes chemisches Reaktionsbild bietet sich uns bei der Zinkchlorid-Kaliumferrozyanid-Imprägnation. Hier sind nun die Moleküle zweier verschiedener Salzlösungen bzw. deren Ionen miteinander in gegenseitigen Kontakt gebracht worden. Es liegen nun zwei verschiedene Ionenpaare vor, die ladungspositiven Metallionen Zn und K und die zwei ladungsnegativen Säurerestionen Cl und Fe (CN)<sub>6</sub>, von denen jedes der ladungspositiven mit jedem der ladungsnegativen Ionen reagieren kann. (Natürlich sind auch hier neben den Ionen die entsprechenden Salz-moleküle zu 50 % vorhanden, entsprechend dem Ionen-Molekül-Gleichgewicht.) Fällt nun in diesem Zweistoffsystem irgendein Reaktionsprodukt aus, was der Fall ist, wenn Zink- und Ferrozyanidionen zusammenkommen, so wird in beiden Salzlösungen das Ionen-Molekül-Gleichgewicht gestört, und von jeder Lösung fallen weitere Moleküle der Ionisierung anheim, die wieder bei der Ionenreaktion ausfallen. Das Reaktionsfällungsprodukt bei unserer Zinkchlorid-Kaliumferrozyanid-Reaktion ist das komplexe  $\text{ZnK}_2[\text{Fe}^{\text{II}}(\text{CN})_6]$  – Zink-Kaliumferrozyanid, oder da wahrscheinlich das zweiwertige Eisen von Ferrozyanid zu dreiwertigem Ferri-Eisen oxydiert wird  $\text{ZnK}[\text{Fe}^{\text{III}}(\text{CN})_6]$ .

Das chemische Reaktionsschema:



$\text{ZnK}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  worin das Eisen durch Oxydation dreiwertig geworden ist.

Dazu ist zu bemerken, daß diese Reaktion im Reagensglas so ist, für uns also eine theoretische Ableitung; da wir aber im kariösen Zahn beim Imprägnationsvorgang nicht ein Zweistoff-, sondern ein Mehrstoffsystem (=heterogenes System) vor uns haben – die im tiefen kariösen Herd vorhandenen Kalksalze des Zahnes nehmen als zusätzliche Komponenten an der Reaktion teil – so dürfte sich die chemische Formel des Endproduktes den vorliegenden Verhältnissen entsprechend verändern.

Ein Imprägnationsmittel kann wirken durch bloßen mechanischen Verschluß der Invasionswege, oder es kann noch zusätzlich eine antiseptische Komponente besitzen. Diese Komponente ist bei der Silbernitrat-Imprägnation durch die oligodynamische Wirkung des Silbers gegeben. Seit der Botaniker *Nägeli* entdeckt hatte, daß die Alge *Spirogyra* nicht mehr gedieh, wenn dem Wasser Silber zugegeben wurde, und daß auch nach dem Ausgießen des Wassers den Glaswänden diese Kraft erhalten blieb, seitdem nannte man die antiseptische Kraft des Silbers und anderer Metalle ihre oligodynamische Wirkung. Der kausale Zusammenhang wurde einer inponderablen Kraft zugrunde gelegt, die auf Bakterien eine abtötende Wirkung ausübt. Damit stellt sich uns die Frage nach der bakteriostatischen und bakteriziden Wirkung unserer Imprägnationsmittel. Für Silbernitrat kennen wir sie, und nach Versuchen am zahnärztlichen Institut in Basel besitzt auch unser Imprägnationsmittel Zinkchlorid-Kaliumferrozyanid eine antiseptische Komponente, wenn auch nicht in dem Ausmaß, wie sie dem Silbernitrat eigen ist. Es ist der Zweifel geäußert worden, ob denn das neue Imprägnationsmittel wirklich eindringe und ob es nicht durch Ausfällung der Eiweiße in den Dentinkanälchen sich selbst das Hineindiffundieren verunmögliche. Dem ist entgegenzuhalten, daß die Fähigkeit, Eiweiße auszufällen, gerade beim Silbernitrat so stark ist, daß manche darin die Grundlage der therapeutischen Wirkung zu erblicken glaubten. Eine Farbreaktion auf Zink hat mir aber gezeigt, daß Zinkchlorid ebensogut eindringt wie Silbernitrat. Zu diesem Zwecke legte ich einen frisch extrahierten Zahn mit präparierter Kavität einige Stunden in eine Lösung Zinkchlorid 40 0,0ig und darauf wieder einige Stunden in die 20 0,0ige Lösung von Kaliumferrozyanid. Der Zahn wurde nachher getrocknet und aus ihm ein Schliff hergestellt, der wiederum einige Zeit in einer Lösung von Dithizon liegen blieb. (Dithizon ist eine 0,002 %ige Lösung von Diphenylthio-carbazon in Tetrachlorkohlenstoff und wirkt als sehr empfindliches Farbreagens auf Zink.) Nach einer gewissen Zeit wurden die Dentinkanälchen rot gefärbt, was mir als Beweis galt, daß das Zinkchlorid tatsächlich eingedrungen war. Ein anderer Versuch verlief folgendermaßen: Zwei frisch extrahierte Zähne wurden mit einer Kavität versehen. Der eine Zahn wurde als Vergleichsobjekt mit Silbernitrat imprägniert, der andere als Versuchsobjekt zunächst mit Zinkchlorid-Kaliumferrozyanid und darauf ebenfalls mit Silbernitrat, und tatsächlich konnte im Versuchszahn das Silbernitrat um vieles weniger eindringen als im Vergleichszahn, der nicht vorbehandelt war. Ich sehe darin wiederum einen Beweis, daß die Dentinkanälchen bereits durch die erste Imprägnation (Zinkchlorid-Kaliumferrozyanid) verschlossen worden sind.

### *Verwendungsmöglichkeiten der Zinkchlorid-Kaliumferrozyanid-Imprägnation*

Die Anwendung unserer Imprägnation bleibt nicht nur auf die tiefe Kavität beschränkt; auch sie kennt verschiedene Indikationsgebiete.

1. In der Kariesprophylaxe kann der gesunde Zahn an der Oberfläche imprägniert werden, um eventuell entblößte Schmelzstellen mit offenen organischen Wegen nach der Tiefe – ich denke hier in erster Linie an die Schmelzlamellen – abzuschließen. Es muß aber dieses Vorgehen einige Male im Jahr wiederholt werden, weil durch den abrasiven Kauakt die betreffenden Stellen immer wieder von neuem entblößt werden.

2. Die Imprägnation wird verwendet als abschließende Unterlage unter Silikat- und Kunstharzfüllungen, um die Pulpa vor der schädigenden Beeinflussung durch die Silikatsäuren und das abdiffundierende Monomer der Kunstharze zu schützen. In der histologischen Abteilung des zahnärztlichen Institutes in Basel beweisen histologische Befunde die große Wirksamkeit dieser Methode. In Kavitäten zweier vitaler Zähne wurde Kunstharz gestopft, zuvor wurde aber eine der Kavitäten durch eine Zinkchlorid-Kaliumferrozyanid-Imprägnation mit einer Unterlage versehen. Der Befund der Pulpa unter der nackten Kavität zeigt nun tatsächlich hochgradige Entzündungserscheinungen mit sehr starker Infiltration von Entzündungszellen, während unter der imprägnierten Kavität sich eine nur schwach gereizte Pulpa offenbart.

3. Die Zinkchlorid-Kaliumferrozyanid-Imprägnation darf auch in der Behandlung des hypersensiblen Dentins erfolgreich verwendet werden. So stehen mir einige sehr gute Erfolge zur Verfügung: vier Prothetik-Patienten, von denen jeder eine doppelseitige untere Freidendprothese trug, deren Sättel durch eine den Kauflächen aufliegende fortlaufende Goldklammer verbunden waren. Bei der Anfertigung der Prothesen waren die Kauflächen teils zum Artikulationsausgleich und teils aus methodischen Gründen beschliffen worden, und das bei allen vier Patienten so stark, daß verschiedene Stellen der Kaufläche ihres Schmelzes beraubt wurden und das Dentin freizuliegen kam. Als die Patienten zur Konsultation kamen, klagten sämtliche über sehr empfindliche, plötzlich einsetzende Schmerzen, sooft sie etwas Süßes aßen. Mit der Sondenspitze ließen sich die Stellen des sensibel gewordenen Dentins betasten, was von seiten des Patienten stets mit einer abrupten Abwehrreaktion beantwortet wurde. Der Schmerz wurde als ein Zucken oder Elektrisieren eines Stromes beschrieben. Die empfindlichen Stellen wurden mit Kavitol eingewaschen, mit Watte getrocknet und von der Speichelbenetzung ferngehalten. Anschließend wurde über eine Zeit von fünf Minuten die empfindliche Kaufläche abwechselnd mit Zinkchlorid und Kaliumferrozyanid eingerieben, bis die Empfindlichkeit auf Sondenberührung verschwunden war. Teilweise blieb der Erfolg bestehen, zum Teil mußten einige Stellen, die wieder auf Süß schwach reagierten, nochmals imprägniert werden, bei einem der Patienten ein Zahn noch ein drittes Mal. Dann blieben die betreffenden Zähne reaktionslos. Auf ähnliche Weise lassen sich empfindliche Zahnhälse unempfindlich machen, nur muß die Imprägnation von Zeit zu Zeit wiederholt werden, da am Zahnhals durch die Zahnreinigung beständig eine Scheuerung erfolgt.

Wie ist die Erklärung für das Empfindlichwerden des freigelegten Dentins,

und wie ist seine Behandlung? Der Begriff des hypersensiblen Dentins bedeutet eine ungewöhnliche Schmerzhaftigkeit auf Reize, die sonst keinen Schmerz auslösen. *Gottlieb* sieht die Erklärung in den offenen organischen Wegen (open organic roads), die nach *Morgenstern* freiliegende Nervenfasern sind; andern Ansichten zufolge werden die Reize durch die Dentinfibrillen freigelegter Dentinkanälchen auf die Pulpa übertragen, und zwar nach *Wulkehoff* durch Plasmareize, nach *Gysi* durch wellenförmige Bewegung der Dentinfibrillen, und nach *Prinz* ist es die veränderte Oberflächenspannung an den freigelegten Dentinkanälchen. Die Aufgabe der Therapie ist es, diese offenen organischen Wege wieder zu verschließen, was geschehen kann durch Ätzung mit Mitteln wie Chlorzink 10–20 %, Formalin, Phenol, Silbernitrat usw.; der dabei entstehende Schorf in den Dentinkanälchen schließt sich gegen äußere Reize ab. Unter der Narkose der Odontoblasten, was durch Abkühlung (Waropa) oder Lokalanästhesie geschehen kann, kann die empfindliche Stelle exkaviert und mit einer Füllung verschlossen werden. Als weiterer Weg ist uns noch die Imprägnation gegeben. *Gottlieb* erkannte die Imprägnationswirkung des Silbernitrats, das durch Eiweißfällung eine Verstopfung der Dentinkanälchen ergibt, weil aber die geätzte Stelle bei der Reduktion des Silbers schwarz wird, versuchte er das Silber durch Umsetzung mit Calciumchlorid in weißes Silberchlorid zu verwandeln. Wohl wurde auch aus dem entstandenen Silberchlorid schwarzes Silber frei, was eine leichte Blaufärbung bewirkte, aber die Desensibilisierung wurde in 90 % der Fälle erreicht. *Lukomsky* gelang in 33 % eine Desensibilisierung mit Natriumfluorid ( $\text{Na}_2\text{SiF}_7$ ); es entsteht aber nicht über den Weg der Eiweißfällung und Ätzung eine Verstopfung der Kanälchen, da Natriumfluorid Eiweiß gar nicht ausfällt, es löst aber Kalziumsalze und gibt wasser- und speichelunlösliches Kalziumfluorid, das die Kanälchen abschließen kann.

4. Das Hauptanwendungsgebiet der Zinkchlorid-Kaliumferrozyanid-Imprägnation ist die Tiefenimprägnation bei der Caries profunda.

### *Ausführung*

Grundsätzlich ist vor auszuschicken, was sich aus dem Vorausgegangenen ebenfalls ergibt, daß wir ein Imprägnationsmittel zur Anwendung bringen, das auch eine antiseptische Komponente besitzt. Es wirkt aber in erster Linie durch guten Verschluß aller Hohlräume, Spalten und Kanälchen, in die es eindringt und in denen es den Niederschlag bildet. Die allfällig noch in der Kavität zurückgebliebenen Bakterien werden so in ihrem Lebensraum eingengt, daß sie kaum mehr als Karieserreger eine Wirkung ausüben können; zudem sind sie von ihrem Nahrungsnachschub abgeschnitten, nach außen durch die gut schließende Zementunterlage und Füllung, nach innen durch den verstopfenden Niederschlag. Die Bedeutung des guten Verschlusses gegen die Pulpa ist aus folgender Beobachtung gut ersichtlich: Wenn wir einen unter Kofferdam gelegten Zahn mit tiefer Kavität

gegen alle Flüssigkeitszufuhr von außen abschließen und die Kavität gut trocknen, so entdecken wir nach einiger Zeit, daß die getrocknete Kavität wieder feucht geworden ist, was nur durch einen von der Pulpa her in den Dentinkanälchen zirkulierenden Saftstrom erklärt werden kann. Dieser Saftstrom kann das Bakterienfeld im Boden der tiefen Kavität trotz einwandfreiem Abschluß nach außen mit Flüssigkeit und Nährstoffen versorgen, was ein Kariesrezidiv, ausgehend von zurückgelassenem kariösem Dentin, erklären könnte. Daher ist es außerordentlich bedeutsam, durch die Imprägnation diesen möglichen Saftstrom zum voraus zu unterbinden.

Wenn ich bei der Exkavation erkenne, daß die Karies sehr nahe an die Pulpa heranreicht, so wird von den zerfallenen Massen mit großen, scharfen Bohrern (Rosenbohrer) oder mit scharfen Exkavatoren möglichst viel abgetragen, immer sorgfältig, damit die Pulpa ja nicht artifiziell eröffnet wird, daß also immer eine kleine Dentinbrücke über der Pulpa erhalten bleibt. Dieses kariesinfiltrierte Pulpadach kann nun sein: hart verfärbt, zäh verfärbt und weich aber wenig verfärbt. Hart verfärbt bezeichne ich einen Kavitätengrund dann, wenn die spitze Sonde nicht eindringen kann oder der Boden einen schwachen Glanz bekommt, wenn er mit einem großen stumpfen Rosenbohrer bearbeitet wird. In diesem Falle haben wir die Zone der vitalen Reaktion vor uns, die gut verkalkt ist. Der Boden ist zäh verfärbt, wenn ich mit der Sondenspitze deutlich sichtbare Kratzer bekomme, und er ist weich und wenig verfärbt, wenn sich mit der Sonde leicht wenig Substanz wegschaben läßt. In diesem letzten Falle ist der Entkalkungsvorgang schon sehr weit fortgeschritten. Vorgängig der Imprägnation wird der Rand der Kavität von allen verdächtigen kariesinfizierten Teilen gereinigt, namentlich der Schmelz-Dentin-Grenze ist erhöhte Aufmerksamkeit zu schenken, um einen guten Abschluß der Füllung zu erreichen und eine sekundäre Randkaries zu vermeiden. Jetzt wird die Kavität mit angewärmtem Kavitöl ausgewischt, mit 70%igem Alkohol desinfiziert und nur mit einem Wattepellet trockengewischt. Es wird nun peinlich darauf geachtet, daß die so bereitete Kavität nicht mehr durch die Mundflüssigkeit benetzt wird. Dontoine A und B werden in ein Dappenglas gebracht. Mit einer Watte, die mit einer Pinzette gehalten wird, entnimmt man von der ersten farblosen Lösung Zinkchlorid (Dontoine A), erwärmt es leicht über der Flamme, da das Einbringen der kalten Flüssigkeit in die pulpanahe Kavität sehr schmerzlich empfunden wird, und massiert so etwa eine Minute über dem Boden der Kavität. Diese einreibende Bewegung ist nötig, um die Wirkung des beigefügten Benetzungsmittels zur Überwindung der Oberflächenspannung zu unterstützen und so die Diffusion zu erleichtern. Nach dieser Zeit wird mit einem neuen Pellet an einer zweiten Pinzette im Überschuß vom gelblichen Kaliumferrozyanid (Dontoine B) entnommen, ebenfalls über der Flamme erwärmt und auf gleiche Weise in die Kavität einmassiert, um einen feindispersen Niederschlag zu erreichen. Dem Praktiker, der zum ersten Mal dieses Imprägnationsmittel Dontoine anwendet, ist zu empfehlen, auf einer Glasplatte durch Mischung der bei-

den Flüssigkeiten die Art des Niederschlags zu erkennen. Ist nun in der Kavität ein ebensolcher Niederschlag entstanden, so wird nochmals Zinkchlorid und dann Kaliumferrocyanid genommen, um so eine volle Absättigung zu erhalten. Nun erst wird die Kavität mit Watte und Warmluft getrocknet und mit einer schnellhärtenden Zementunterlage (Ultraphos, Calxine, Plerodont) versehen, worauf die Füllung ausgeführt werden kann. Es ist bei sehr tiefen Kavitäten manchmal frappant zu sehen, wie empfindlich anfangs auf Kaltluft die Schmerzen sind und wie nach erfolgter Imprägnation der Patient dieselbe Kaltluft in der Kavität nicht wahrnimmt.

### *Röntgenologische Ergebnisse*

Jeder imprägnierte Zahn wurde röntgenphotographiert, einmal sogleich im Anschluß an die Imprägnation und ein zweites Mal bei der Kontrolle nach einer gewissen Zeitspanne. Will man Anfangs- und Kontrollröntgenbilder miteinander vergleichen, so ist darauf zu achten, daß die korrespondierenden Aufnahmen immer unter demselben Projektionswinkel und mit derselben Belichtungszeit gemacht werden. Im ersten Fall kann sonst die Bildung von Reizdentin mehr oder weniger umfangreich scheinen, als es den wirklichen Verhältnissen entspricht, und im zweiten Fall läßt sich über die Änderungen in der Stoffdichte, das ist in der Verkalkungsgröße der zurückgelassenen Dentinbrücke, kein genaues Urteil bilden. Wenn wir röntgenologische und histologische Kontrollen zueinander in Vergleich stellen, so zeigt uns das Röntgenbild besser Härtungs- und Auflösungserscheinungen, also Änderungen in der Verkalkung, der histologische Schnitt aber läßt uns genauere Angaben über die Dentinneubildung und über eventuelle Gewebsveränderungen in der Pulpa machen.

Nr. 3. Die 24jährige Patientin war im vierten Monat gravid. Wir wissen, daß die Verkalkungskräfte der Zähne in dieser Zeit stark gehemmt werden, und doch finden wir die Dentinbrücke bei der Kontrolle dichter geworden, besonders unmittelbar unter der Zementunterlage. Bildung von Reizdentin kann nicht festgestellt werden.

Nr. 5. Der 26jährige Patient weist eine gute natürliche Kariesresistenz auf; trotzdem war der zweite untere Prämolare rechts tief kariös geworden. Es wurde sorgfältig so viel exkaviert, daß nur mehr eine ganz dünne Dentinschicht über der rötlich durchschimmernden Pulpa zurückblieb (siehe kasuistische Fälle). Bei der Vergrößerung II ist besonders die Dentinbrücke zu beachten, die deutlich dichter geworden ist.

Nr. 6. Bei der zweiten Vergrößerung hat sich die Distanz Pulpahorn–Zementunterlage bedeutend verlängert. In der nur vier Monate dauernden Zeit hat sich das Pulpahorn um die Hälfte verkürzt, d. h. es ist durch Dentinausscheidung der Odontoblasten so stark eingengt worden. Außerdem ist das unmittelbar der Zementunterlage benachbarte und imprägnierte Dentin kompakter geworden.

Nr. 11. Man beachte am zweiten Prämolaren den Winkel Amalgam/Zement-Füllung, um zu erkennen, daß eine Anlagerung von Fibrillendentin stattgefunden hat.

Nr. 12. Dieselbe, 18jährige, Patientin wie Nr. 11. Das imprägnierte Dentin zeigt auf der Kontrollaufnahme eine deutliche Zunahme in der Stoffdichte. Man beachte außerdem das Pulpahorn.



Nr. 3 I, Frau R. Oe., 24jährig, 4| dist.



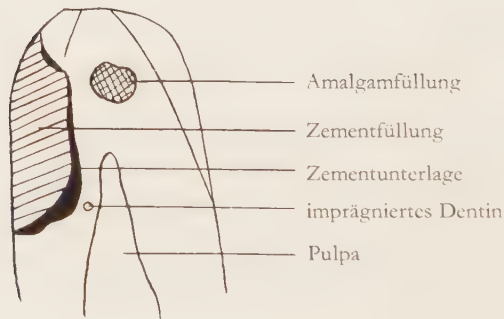
Nr. 3 II, nach 5 Monaten.



Vergrößerung aus Nr. 3 I.



Vergrößerung aus Nr. 3 II. An Imprägnationsstelle wenig kompaktere Dentinbrücke.



Nr. 18. Es wurden zwei Kontrollen gemacht, nach 2 und nach 7 Monaten. Auf der ersten Aufnahme (Nr. 18 I) sind die Auflösungserscheinungen sehr groß, aber bereits nach zwei Monaten ist die Struktur wieder bedeutend kompakter geworden. Die Füllung wurde jetzt entfernt, nochmals erweichtes Dentin des Kavitätengrundes mit dem Exkavator entfernt, neuimprägniert und mit Zement verschlossen. Bei der zweiten Kontrolle nach 7 Monaten zeigt sich die imprägnierte Dentinschicht wieder gut kompakt. Man beachte besonders die Pulpaspitze.

Nr. 32. Bei der Kontrollaufnahme ist der dunkel schattierte Ring unter der Füllung im imprägnierten Dentin unschwer zu erkennen.



Nr. 5 I, Herr F. R., 26jährig, 5 | mes.



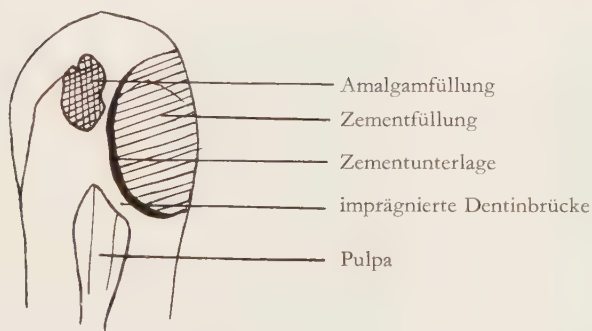
Nr. 5 II, nach 5 Monaten.



Vergrößerung aus Nr. 5 I.



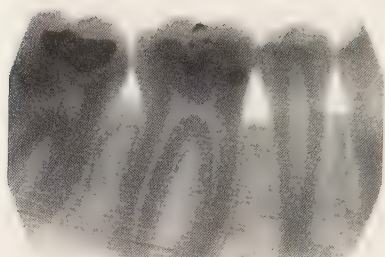
Vergrößerung aus Nr. 5 II. Dentinbrücke deutlich kompakter.



Nr. 36. Dieselbe Patientin wie Nr. 18. Die Auflösungserscheinungen sind nicht so frappant wie beim Nachbarzahn. Auch hier wurde nach zwei Monaten die Imprägnation nochmals vorgenommen und die Füllung erneuert. Beim Vergleich von Rx I mit Rx III zeigt sich die Pulpaspitze deutlich dichter strukturiert.

Nr. 40. Nach drei Monaten ist die Pulpaspitze bedeutend verkürzt worden. Bei Rx I läßt sie sich viel weiter kronenwärts verfolgen als bei Rx II (vgl. auch Skizze).

Nr. 44. Als erstes ist hier zu bemerken, daß die Projektion bei Rx II eine andere ist als bei Rx I. Es läßt sich dies gut an der Kontur der Füllung erkennen. Es ist so bei der Kontrollaufnahme etwas primäres Dentin in die Pulpa projiziert worden, weshalb die neugebildete Dentinbrücke auf Rx II nicht in ihrem



Nr. 6 I, Herr H. S., 25jährig, 6 | mes.



Nr. 6 II, nach 4 Monaten.



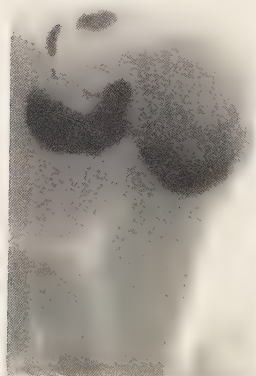
1. Vergrößerung aus Nr. 6 I.



1. Vergrößerung aus Nr. 6 II.



- 1 = Amalgam
- 2 = Zementfüllung
- 3 = Zementunterlage
- 4 = Pulpa
- 5 = imprägniertes Dentin
- x = eingeengtes Pulpahorn



2. Vergrößerung aus Nr. 6 I.



2. Vergrößerung aus Nr. 6 II.  
Pulpahorn durch Reizdentin  
eingeengt.

vollen Umfang als Fibrillendentin angesehen werden darf. Die Aufhellung distal unter dem Füllungsrand ist als sekundäre Randkaries festgestellt worden. An dieser schwachen Stelle riß der histologische Schnitt ein, dennoch läßt sich die hauchdünne primäre Dentinbrücke und darunter die breite Schicht Fibrillendentin erkennen.

Nr. 47. Auf den Vergrößerungen der chronologisch geordneten Röntgenbilder I, II und III läßt sich mit zunehmender Deutlichkeit die neugebildete Dentinbrücke, die den obersten Teil der Pulpa abschließt, erkennen. Während sich bei Rx I die Pulpa bis an den obren Füllungsrand verfolgen läßt, ist es bei Rx II und III nicht mehr möglich. Es muß noch beachtet werden, daß die Projektionsverschiebung bei der dritten Aufnahme das Ergebnis zu unsern Ungunsten geschwächt hat, so daß am untern Füllungsrand das Dentin gegenüber Rx II etwas aufgelöst erscheint.

Nr. 49. Die imprägnierte Dentinbrücke zeigt bei der Kontrolle eine größere Dichte. Die Pulpaspitze ist sehr stark eingestengt worden.

Nr. 50. Der untersuchte Zahn zeigt keine großen Veränderungen; es läßt sich doch erkennen, daß die Dentinbrücke etwas dichter geworden ist.

Abschließend an die Auswertung der Röntgenbilder ist festzustellen, daß die Pulpa dort die größten Reparationskräfte mobilisiert, wo das Imprägnationsmittel am weitesten pulpawärts vordringen konnte, d. h. in Kavitäten mit einer sehr dünnen oder einer stark erweichten Dentinbrücke, die über der Pulpa zurückgelassen worden ist. Das war in unserer Untersuchungsreihe der Fall bei den Nummern 5, 6, 11, 12, 32, 18, 36, 44, 47 usw. (vgl. hierzu die kasuistischen Fälle aus der Patientenliste).

N.B. Die Numerierung der beigelegten Röntgenbilder entspricht den Nummern in der beigelegten vollständigen Patientenliste.

### *Histologische Ergebnisse*

Nachdem die extrahierten Zähne in 5 %iger Salpetersäure entkalkt waren, wurden sie geschnitten und mit Hämalau-Eosin gefärbt. Gab uns das Röntgenbild in erster Linie Auskunft über Auflösungs- oder Härtingerscheinungen an den Zahnhartsubstanzen, so läßt uns der histologische Zahnschnitt besser eventuell vorhandene regressive oder entzündliche Veränderungen in der Pulpa erkennen.

Nr. 11. Vollständig gesunde Pulpa. Unmittelbar über der Pulpa zeigt sich im Primärdentin eine Zone stärkerer Verkalkung; darunter folgt in der Pulpa ein nirgends unterbrochener Odontoblastensaum (eine scheinbare Auflockerung an der Pulpaspitze wird durch die tangential Schnittrichtung vorgetäuscht); nirgends lassen sich irgendwelche entzündliche Veränderungen feststellen, weder eine Gefäßvermehrung noch eine hyperämische Gefäßerweiterung, weder eine entzündliche Exsudation noch zellige Infiltration.

Nr. 36. Die Kavität, in welcher noch verschiedentlich kariöse Bröckel zu erkennen sind, reicht sehr nahe an die Pulpa heran. Unmittelbar darunter hat sich eine deutliche Schicht Reizdentin angelagert, das gegenüber dem primären Dentin durch die schwache Verkalkung und den unregelmäßigen Verlauf der Dentinkanälchen auffällt. An einer Stelle im neuen Dentin läßt sich eine gute Verkalkungszone erkennen, die Dentinkanälchen fehlen hier ganz, wir nennen daher diesen Dentinanteil Osteodentin; darunter schließt sich das Fibrillendentin an, wo die Dentinkanälchen wieder auftreten, aber einen ungeordneten Bau aufweisen. In der Pulpa sind keine Entzündungsanzeichen vorhanden. Der Odontoblastensaum, der zum Teil unter dem Reizdentin verschwunden ist, wächst von unten her wieder langsam heran.

Nr. 40. An der ganzen Pulpaoberfläche zeigt sich ein normaler Odontoblastensaum. An der Pulpaspitze ist ein Sekret ausgeschieden worden, dessen Wesen zwar nicht untersucht worden ist, es mag aber bei der Abheilung der serösen Entzündung in der Pulpa entstanden sein. Im übrigen zeigt die Pulpa ein normales, entzündungsfreies Bild. Reizdentin ist keines gebildet worden, da anscheinend die Kavität nicht tief genug war, damit das Zinkchlorid bis zur Pulpaoberfläche hätte vordringen und die Reizdentinbildung anregen können.

| Nr. | Alter<br>und<br>Ge-<br>schlecht | Zahn     | Ort<br>der Karies | Anamnese                                          | Kavitätengrund               | Imprä-<br>gation<br>Röntgen-<br>bild | Kontroll-<br>Röntgen-<br>bild | Extrak-<br>tion | Vitalität                                  |
|-----|---------------------------------|----------|-------------------|---------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|-----------------|--------------------------------------------|
| 1   | 20 ♀                            | <u>6</u> | dist.             | Caries profunda,<br>schmerzfrei                   | braun verfärbt,<br>hart      | 1949<br>8. II.                       | 1950<br>9. 6.                 | —               | vital                                      |
| 2   | 23 ♀                            | <u>8</u> | zentr.            | Caries profunda,<br>Pulpitis superf.              | braun verfärbt,<br>zäh       | 14. II.                              | 13. 3.                        | —               | vital                                      |
| 3   | 24 ♀                            | <u>4</u> | dist.             | Caries profunda,<br>schmerzfrei                   | braun verfärbt,<br>zäh       | 14. II.                              | 10. 3.                        | —               | vital                                      |
| 4   | 26 ♀                            | <u>7</u> | zentr.            | Caries profunda,<br>schmerzfrei                   | braun verfärbt,<br>zäh       | 14. II.                              | 27. 3.<br>12. 6.              | —               | vital                                      |
| 5   | 26 ♂                            | <u>5</u> | mes.              | Caries profunda,<br>Pulpitis superf.              | unverfärbt,<br>weich         | 15. II.                              | 23. 3.                        | —               | vital                                      |
| 6   | 25 ♂                            | <u>6</u> | mes.              | Caries profunda,<br>schmerzfrei                   | wenig verfärbt,<br>zäh       | 15. II.                              | 2. 3.                         | —               | vital                                      |
| 7   | 42 ♂                            | <u>7</u> | mes.              | Caries profunda,<br>schmerzfrei                   | braun verfärbt,<br>zäh       | 17. II.                              | 30. 3.                        | —               | vital                                      |
| 8   | 42 ♂                            | <u>1</u> | dist.             | Caries profunda,<br>schmerzfrei                   | wenig verfärbt,<br>hart      | 17. II.                              | 30. 3.                        | —               | vermindert<br>vital,<br>paradent.<br>vital |
| 9   | 42 ♂                            | <u>2</u> | mes.              | Caries profunda,<br>schmerzfrei                   | wenig verfärbt,<br>hart      | 17. II.                              | 30. 3.                        | —               | vital                                      |
| 10  | 42 ♂                            | <u>2</u> | dist.             | Caries profunda,<br>schmerzfrei                   | braun verfärbt,<br>zäh       | 17. II.                              | 39. 3.                        | —               | vital                                      |
| 11  | 18 ♀                            | <u>5</u> | dist.             | Caries profunda,<br>Pulpitis superf.              | braun verfärbt,<br>zäh       | 21. II.                              | 9. 6.                         | 9. 6.           | vital                                      |
| 12  | 18 ♀                            | <u>6</u> | mes.              | Caries profunda,<br>Pulpitis superf.              | wenig verfärbt,<br>weich     | 21. II.                              | 9. 6.                         | —               | vital                                      |
| 13  | 24 ♀                            | 8]       | buk.d.            | Caries profunda,<br>schmerzfrei                   | braun verfärbt,<br>zäh       | 21. II.                              | 10. 3.                        | —               | vital                                      |
| 14  | 24 ♀                            | <u>7</u> | dist.             | Caries prof. sec.<br>schmerzfrei                  | braun verfärbt,<br>hart      | 21. II.                              | 10. 3.                        | —               | vital                                      |
| 15  | 23 ♀                            | <u>6</u> | mes.              | Caries profunda,<br>Pulpitis part.                | braun verfärbt,<br>zäh       | 22. II.                              | 13. 3.                        | —               | vermindert                                 |
| 16  | 26 ♂                            | <u>6</u> | m-o-d             | Caries prof. sec.,<br>schmerzfrei                 | braun verfärbt,<br>zäh-weich | 23. II.                              | 8. 3.                         | —               | vital                                      |
| 17  | 24 ♀                            | <u>7</u> | mes.              | Caries profunda,<br>schmerzfrei                   | braun verfärbt,<br>zäh       | 24. II.                              | 7. 3.                         | —               | vital                                      |
| 18  | 18 ♀                            | <u>4</u> | dist.             | Caries profunda,<br>schmerzfrei                   | wenig verfärbt,<br>weich     | 28. II.                              | 9. 1.<br>9. 6.                | —               | vital                                      |
| 19  | 24 ♀                            | <u>7</u> | bukkal            | Caries profunda,<br>schmerzfrei                   | wenig verfärbt,<br>hart      | 28. II.                              | 10. 3.                        | —               | vital                                      |
| 20  | 20 ♀                            | <u>7</u> | zentr.            | Caries profunda,<br>schmerzfrei                   | braun verfärbt,<br>zäh       | 29. II.                              | 21. 2.                        | —               | vital                                      |
| 21  | 20 ♀                            | <u>4</u> | dist.             | Caries profunda,<br>warm- und<br>klopfempfindlich | braun verfärbt,<br>zäh       | 29. II.                              | 21. 2.                        | —               | mortal                                     |
| 22  | 20 ♀                            | <u>5</u> | mes.              | Caries profunda,<br>Pulpitis superf.              | braun verfärbt,<br>zäh       | 29. II.                              | 21. 2.                        | —               | vital                                      |
| 23  | 24 ♀                            | <u>8</u> | zentr.            | Caries profunda,<br>schmerzfrei                   | braun verfärbt,<br>zäh       | 1. 12.                               | 12. 6.                        | —               | vital                                      |
| 24  | 29 ♂                            | <u>4</u> | dist.             | Caries profunda,<br>Pulpitis superf.              | wenig verfärbt,<br>weich     | 1. 12.                               | 13. 3.                        | —               | vital                                      |
| 25  | 29 ♂                            | <u>5</u> | mes.              | Caries profunda,<br>schmerzfrei                   | braun verfärbt,<br>zäh       | 1. 12.                               | 13. 3.                        | —               | vital                                      |
| 26  | 44 ♀                            | <u>3</u> | mes.              | Caries profunda,<br>schmerzfrei                   | braun verfärbt,<br>zäh       | klinisch<br>geprüft                  |                               | —               | vital                                      |
| 27  | 24 ♂                            | <u>6</u> | dist.             | Caries profunda,<br>Pulpitis superf.              | braun verfärbt,<br>zäh-weich | 5. 12.                               | 21. 2.                        | —               | vital                                      |

| Nr. | Alter und Geschlecht | Zahn | Ort der Karies | Anamnese                                                        | Kavitätengrund            | Impreg-nation Röntgen-bild | Kontroll-Röntgen-bild | Extrak-tion | Vitalität          |
|-----|----------------------|------|----------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------|-------------|--------------------|
| 28  | 27 ♂                 | 6    | dist.          | Caries profunda, P. superf. -part. Caries profunda, schmerzfrei | braun verfärbt, zäh       | 1949<br>5. 12.             | 1950<br>21. 1.        | 1950<br>—   | vital              |
| 29  | 26 ♂                 | 7    | mes.           | Caries profunda, schmerzfrei                                    | braun verfärbt, zäh       | 6. 12.                     | 21. 2.                | —           | vital              |
| 30  | 43 ♂                 | 4    | mes.           | Caries prof. sec. schmerzfrei                                   | braun verfärbt, zäh       | 13. 12.                    | 3. 7.                 | —           | vital              |
| 31  | 24 ♀                 | 8    | zentr.         | Caries profunda, schmerzfrei                                    | braun verfärbt, zäh       | 27. 12.                    | 12. 6.                | —           | vital              |
| 32  | 42 ♀                 | 5    | mes.           | Caries profunda, Pulpitis superf.                               | braun verfärbt, zäh-weich | 28. 12.                    | 27. 3.<br>13. 6.      | 13. 6.      | vital              |
| 33  | 29 ♀                 | 4    | dist.          | Caries profunda, Pulpitis superf.                               | braun verfärbt, zäh       | 30. 12.                    | 17. 12.               | —           | vital              |
| 34  | 29 ♀                 | 5    | dist.          | Caries profunda, kalt- und warmempfindlich                      | wenig verfärbt, weich     | 30. 12.                    | 17. 12.               | —           | vermindert         |
| 35  | 23 ♀                 | 5    | m-o-d          | Caries profunda, schmerzfrei                                    | braun verfärbt, hart      | 1950<br>9. 1.              | 9. 6.                 | —           | vital              |
| 36  | 18 ♀                 | 5    | m-o-d          | Caries profunda, Pulpitis part.                                 | braun verfärbt, zäh       | 9. 1.                      | 9. 6.                 | 9. 6.       | vital              |
| 37  | 25 ♀                 | 5    | dist.          | Caries profunda, Pulpitis part.                                 | braun verfärbt, zäh-weich | 13. 1.                     | —                     | 13. 6.      | Pulpitis purulenta |
| 38  | 22 ♀                 | 4    | mes.           | Caries profunda, P. part. purul.                                | dunkel verfärbt, weich    | 17. 1.                     | 28. 3.                | 28. 3.      | mortal             |
| 39  | 53 ♀                 | 5    | m-o-d          | Caries profunda, P. part. purul.                                | wenig verfärbt, weich     | 8. 3.                      | —                     | 10. 3.      | mortal             |
| 40  | 26 ♀                 | 4    | dist.          | Caries profunda, Pulpitis superf.                               | braun verfärbt, zäh       | 3. 4.                      | 12. 6.                | 12. 6.      | vital              |
| 41  | 60 ♂                 | 4    | mes.           | Caries profunda, schmerzfrei                                    | braun verfärbt, zäh       | 25. 4.                     | 31. 10.               | —           | vital              |
| 42  | 60 ♂                 | 2    | dist.          | Caries profunda, Pulpitis ulcerosa                              | wenig verfärbt, weich     | 28. 4.                     | —                     | 31. 10.     | mortal             |
| 43  | 42 ♂                 | 8    | mes.           | Caries profunda, schmerzfrei                                    | braun verfärbt, hart      | 6. 6.                      | 17. 7.                | 17. 7.      | vital              |
| 44  | 25 ♀                 | 5    | dist.          | Caries profunda, Pulpitis superf.                               | braun verfärbt, zäh-weich | 6. 6.                      | 7. 8.                 | 7. 8.       | vital              |
| 45  | 25 ♀                 | 8    | zentr.         | Caries profunda, schmerzfrei                                    | braun verfärbt, zäh       | 6. 6.                      | 20. 7.                | —           | vital              |
| 46  | 25 ♀                 | 6    | zentr.         | Caries profunda, schmerzfrei                                    | braun verfärbt, hart      | 6. 6.                      | 20. 7.                | 20. 7.      | vital              |
| 47  | 39 ♂                 | 3    | dist.          | Caries profunda, Pulpitis superf.                               | braun verfärbt, zäh       | 29. 6.                     | 11. 11.               | —           | vital              |
| 48  | 43 ♀                 | 4    | mes.           | Caries profunda, schmerzfrei                                    | braun verfärbt, hart      | 18. 7.                     | 20. 9.                | —           | vital              |
| 49  | 43 ♀                 | 3    | dist.          | Caries profunda, schmerzfrei                                    | braun verfärbt, hart      | 18. 7.                     | 20. 9.                | —           | vital              |
| 50  | 55 ♀                 | 2    | dist.          | Caries profunda, schmerzfrei                                    | braun verfärbt, hart      | 19. 7.                     | 20. 9.                | —           | vital              |
| 51  | 43 ♀                 | 3    | mes.           | Caries profunda, schmerzfrei                                    | braun verfärbt, hart      | 19. 7.                     | 22. 9.                | 27. 9.      | vital              |
| 52  | 43 ♀                 | 5    | zentr.         | C. (prof.) sensibel, schmerzfrei                                | wenig verfärbt, hart      | 3. 8.                      | 22. 9.                | 27. 9.      | vital              |
| 53  | 18 ♀                 | 5    | mes.           | Caries profunda, Pulpitis partialis                             | wenig verfärbt, weich     | 14. 7.                     | 22. 8.                | —           | vital              |
| 54  | 13 ♀                 | 5    | mes.           | Caries (profunda), schmerzfrei                                  | wenig verfärbt, hart      | 2. 10.                     | —                     | 12. 10.     | vital              |
| 55  | 13 ♀                 | 5    | mes.           | Caries (profunda), schmerzfrei                                  | wenig verfärbt, hart      | 2. 10.                     | —                     | 12. 10.     | vital              |

Nr. 43. Von den zwei Kavitäten, der mesialen und der okklusalen, war die mesiale imprägniert worden. Es wurde sehr nahe an die Pulpa exkaviert. Entsprechend wurde in der Pulpa eine gute Schicht Reizdentin angelagert; wir erkennen das Fibrillendentin mit ungeordneten Dentinkanälchen und ungleichmäßiger Verkalkung, und anschließend richtiges Sekundärdentin, wo die Dentinkanälchen wieder eine gleichmäßig geordnete Richtung annehmen. Der Odontoblastensaum ist vorhanden, und die Pulpa ist vollständig entzündungsfrei.

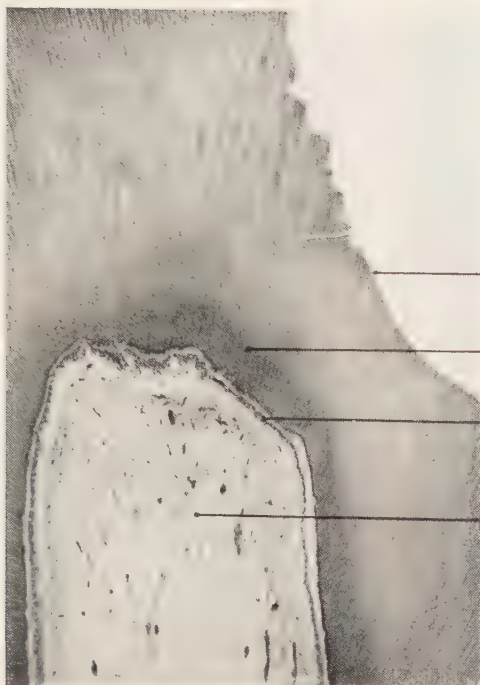


Nr. 11, Erl. M. S., 5 dist.

Nr. 44. An diesem Zahn zeigt sich in der Pulpa das größte Ausmaß der Reizdentinbildung unter einer ganz dünnen Leiste primären Dentins. Leider ist unter der Füllung eine Karies vom Rande her pulpawärts vorgedrungen und vermochte an der korrespondierenden Stelle der Pulpa eine Entzündung auszulösen. Es beweist dies die Wichtigkeit der Forderung, die Kavitätenränder gut von allen kariösen Massen zu reinigen (besonders an der Schmelz-Dentin-Grenze) und die Kavität durch eine sorgfältig schließende Füllung mit gutem Randschluß nach außen abzusperren.

Nr. 46. In der Pulpa lassen sich keine Entzündungszeichen wahrnehmen. Der Odontoblastensaum ist an der ganzen Oberfläche vorhanden. Im Dentin fällt eine starke Verkalkungszone auf, die sich ans Primärdentin anschließt, darunter wurde Sekundärdentin mit unregelmäßigen Dentinkanälchen angelagert.

Nr. 51. Der Zahn war Klammerzahn einer partiellen Prothese und durch Parodontose stark gelockert. Es lassen sich im Pulpagewebe Degenerationserscheinungen feststellen, vor allem Siegelringzellen und stellenweise eine netzförmige Atrophie. Ich sehe darin eine Folge von Überbeanspruchung durch die Prothese und damit verbundene Schädigung der apikalen Gefäße. Gegenüber der Imprägnationsstelle hat sich in der Pulpa wenig Sekundärdentin gebildet, und Folgen eines kariösen Insultes lassen sich in der Pulpa keine erkennen.



1. Vergrößerung aus Nr. 11.

Ausschnitt ☐

Zeiß Apochromat 30 mm

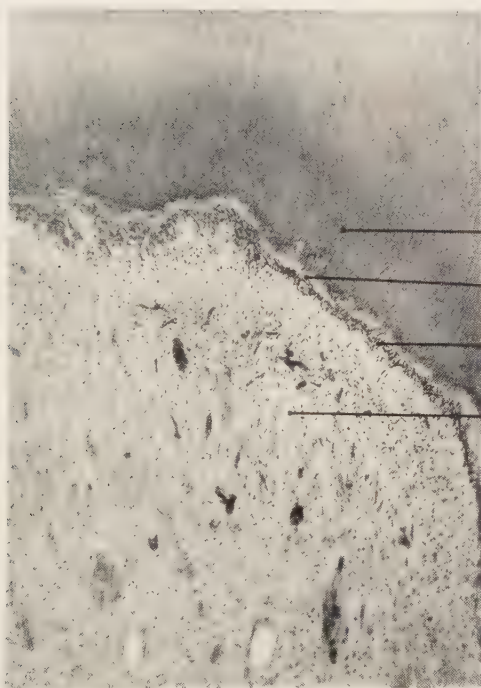
Zeiß Okular 0 mm

Kavitätengrund

Verkalkungszone

Odontoblastensaum

Pulpagewebe



2. Vergrößerung aus Nr. 11.

Ausschnitt ☐

Zeiß Objektiv Fl 13 mm

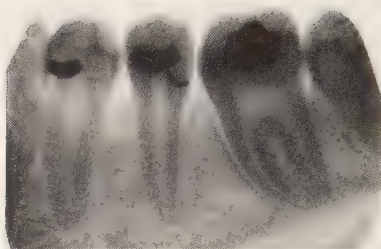
Zeiß Okular 0 mm

Verkalkungszone im Dentin

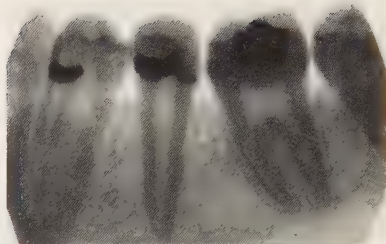
Prädentin

Odontoblastensaum

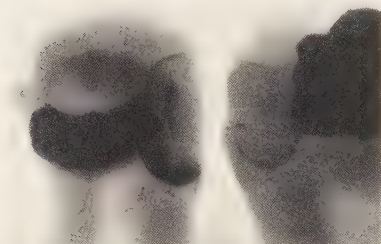
Pulpagewebe



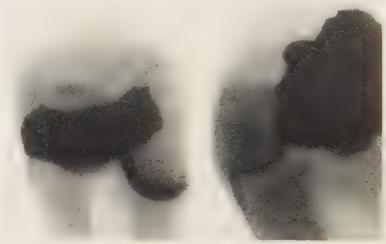
Nr. 11 I, Ftl. M. S., 18jährig,  $\overline{5}$  dist.  
Nr. 12 I,  $\overline{6}$  mes.



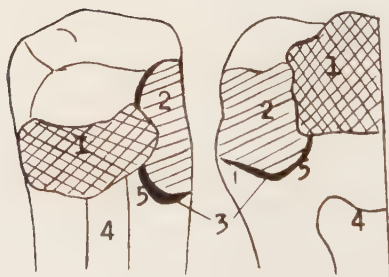
Nr. 11 II nach 7 Monaten  
Nr. 12 II



Vergrößerung aus Nr. 11 I.  
Vergrößerung aus Nr. 12 I.

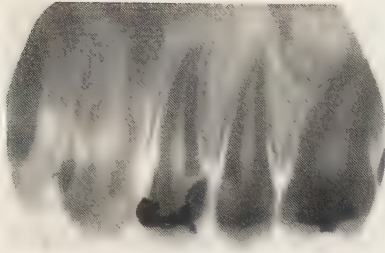


Vergrößerung aus Nr. 11 II.  
Vergrößerung aus Nr. 12 II.  
Bei  $\overline{5}$  unter Imprägnationsstelle Reiz-  
dentin gebildet (x); bei  $\overline{6}$  deutliche  
Schattierung im Pulpahorn, Dentin-  
brücke kompakter.



- 1 = Amalgamfüllung
- 2 = Zementfüllung
- 3 = Zementunterlage
- 4 = Pulpa
- 5 = imprägniertes Dentin

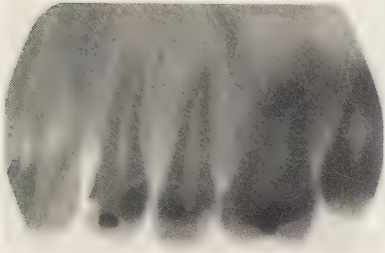
Abschließend stelle ich fest, daß dort am intensivsten Reizdentin gebildet worden ist, wo die dünnste Dentinbrücke über der Pulpa zurückgelassen wurde, das Zinkchlorid also den stärksten Reiz ausüben konnte. Einige solcher Präparate wurden photographiert und beigelegt.



Nr. 18 + 36 I, Frl. M. S., 18jährig,  
|4 dist. + |5 mes.



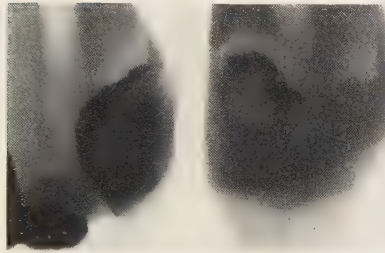
Nr. 18 + 36 II, nach 2 Monaten.



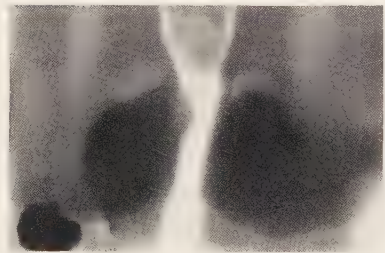
Nr. 18 + 36 III, nach 7 Monaten.



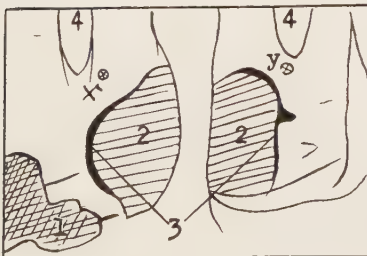
Vergrößerung aus Nr. 18 + 36 I.



Vergrößerung aus Nr. 18 + 36 II. Es  
wurde noch erweichtes Dentin entfernt  
und neu gefüllt.



Vergrößerung aus Nr. 18 + 36 III. Bei  
|4 ist die kompakte Dentinbrücke (x)  
mit Bild I verglichen besonders auffällig.



1 = Amalgamfüllung

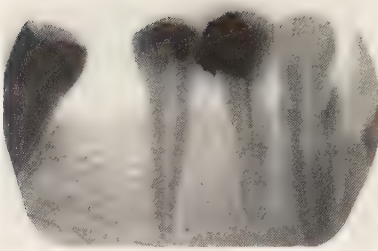
2 = Zementfüllung

3 = Zementunterlage

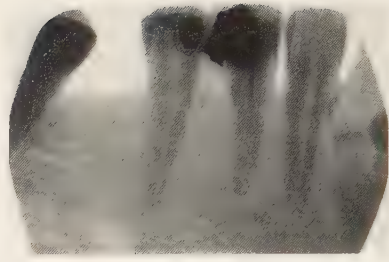
+ Pulpa

x = imprägnierte Dentinbrücke an |4

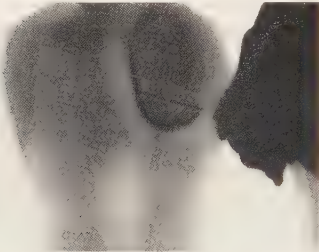
y = imprägnierte Dentinbrücke an |5



Nr. 32 I, Frau H. L., 52jährig,  $\overline{5}$  mes.



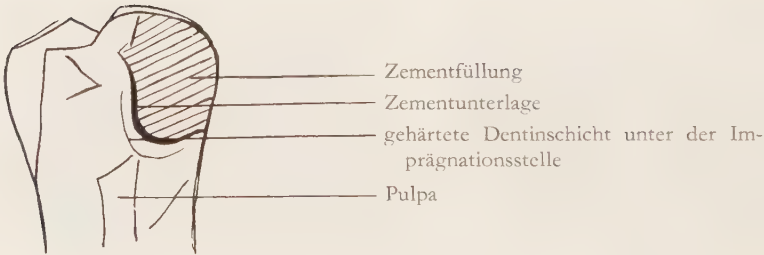
Nr. 32 II, nach 6 Monaten.



Vergrößerung aus Nr. 32 I.



Vergrößerung aus Nr. 32 II. Unter Imprägnationsstelle Dentinbrücke kompakter.



### *Aus der Kasuistik*

Nr. 5. Der Patient kam mit einer sehr tiefgreifenden Caries profunda mesial am rechten untern zweiten Prämolaren. Zahnbestand und Zahnzustand weisen auf eine gute Kariesresistenz hin, und bei der Exkavation fiel die große Schmerzresistenz des Dentins auf. Es wurde am betreffenden Zahn, der bis dahin noch keine Beschwerden verursacht hatte, vom erweichten Dentin so nahe an die Pulpa heran weggeschabt, bis diese rötlich durchschimmerte. Es war aber der übrig bleibende Dentinrest immer noch weich, wenn auch ungefärbt. Es war also anzunehmen, daß das Imprägnationsmittel sehr rasch auf die Pulpa einwirken werde, und tatsächlich wurde vom Patienten zwei Minuten nach der Imprägnation ein ansteigendes, ziehendes Schmerzen festgestellt, das nach einer Minute das Maximum erreicht hatte, um dann abnehmend nach fünf Minuten wieder ganz zu verschwinden. Bei der Kontrolle nach 4 Monaten war der Zahn klinisch voll vital, und im Röntgenbild läßt sich eine Reizdentinbildung ahnen an der größeren Dichte der Dentinbrücke.



Nr. 36, Frl. M. S., 5 mes.

Nr. 18. Die Verhältnisse lagen hier sehr ähnlich wie bei Nr. 5. Der Kavitätengrund war nach der Exkavation weich und unverfärbt. Sogleich nach der Imprägnation verspürte die Patientin etwa zwei Minuten lang schwache ansteigende Schmerzen, die von ihr eher als ein Ziehen als Schmerzen bezeichnet wurde. Nach 5 Minuten war der Zahn wieder symptomlos. Nach nicht ganz zwei Monaten erschien die Patientin spontan, gab an, es sei ihr vor zwei Tagen die Füllung herausgefallen und seither spüre sie sehr starke Schmerzen, die anfangs auf kalte Luft sowie auf kalte und warme Speisen sehr empfindlich waren und heute, am zweiten Tag, spontan bis ins Ohr hinaufzogen. Ich reinigte nun die Kavität mit einem scharfen Exkavator und Kavitol, imprägnierte nochmals mit Zinkchlorid-Kaliumferrozyanid und schloß die Kavität mit einer Ultraphosunterlage und einem Abschlußzement wieder ab. In den ersten zehn Minuten stiegen die Schmerzen an und wurden so unerträglich, daß die Patientin zurückkam und die Zahnextraktion verlangte. Während ich die Injektion bereitet habe, nahmen aber die Schmerzen plötzlich ab, die Extraktion blieb aus, und anderntags meldete die Patientin, der Zahn sei nur mehr auf kalt empfindlich. Am dritten Tage waren alle Schmerzsymptome vorbei, und nach einer Kontrollzeit von sechs Monaten war der Zahn bei der klinischen Prüfung etwas unerschwellig vital, das Rx aber zufriedenstellend. (Die klinische Prüfung wurde mit dem Induktionsstrom vorgenommen.)

Nr. 27. Hier war die zurückgelassene Dentinbrücke verfärbt nach braun und die Konsistenz des Zahnbeins zäh, zum Teil sogar weich. Fünf Minuten nach vorgenommener Imprägnation spürte der Patient ein leichtes Ziehen oder Stechen, das aber nach wenigen Minuten wieder verschwunden war.

Nr. 32. Der zu imprägnierende Zahn war bereits empfindlich auf kalt, ließ also eine leichte Pulpitis vermuten. Mit der Exkavation kam ich sehr nahe an die Pulpa heran und ließ eine leicht braun verfärbte, im Zentrum erweichte Dentinbrücke zurück. Die Kaltempfindlichkeit war nach wenigen Tagen verschwunden. Röntgenbilder, welche nach 4 und 6 Monaten hergestellt wurden, zeigten keine neuen Erweichungsstellen am Ort der Imprägnation. Rx III läßt gegenüber Rx I eher eine Härtung der Dentinbrücke vermuten.



Ausschnitt aus Nr. 36 ☐

1. Vergrößerung:  
Zeiß Apochromat 30 mm  
Zeiß Okular 0 mm

Reste kariösen Dentins

Brücke primären Dentins

Fibrillendentin

Verkalkungslinie

Sekundärdentin



2. Vergrößerung:  
Zeiß Objektiv Fl 13 mm  
Zeiß Okular 0

Odontoblasten fehlen

Fibrillendentin mit ungeordneten  
Dentinkanälchen

Osteodentin (ohne Dentinkanälchen)

emporwachsende Odontoblasten

Verkalkungslinie



Nr. 40 I, Frl. H. D., 26jährig,  $\overline{4}$  dist.



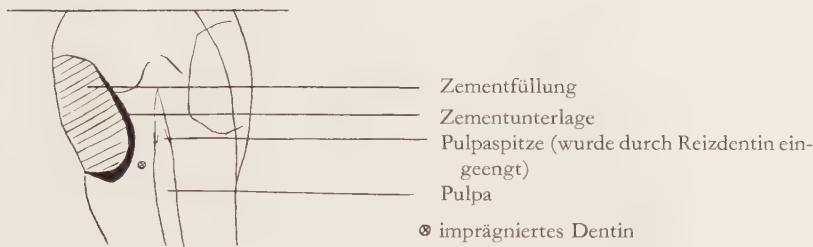
Nr. 40 II, nach 3 Monaten.



Vergrößerung aus Nr. 40 I.



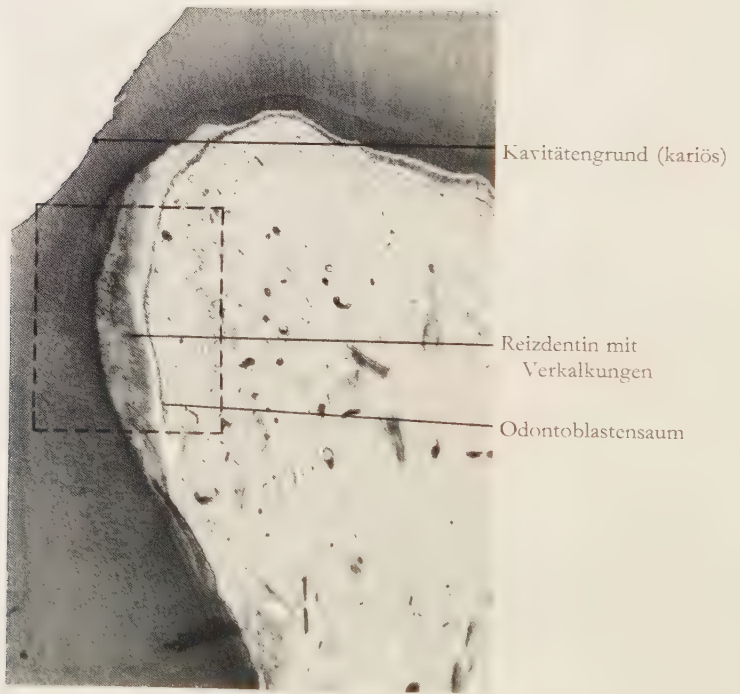
Vergrößerung aus Nr. 40 II. Pulpaspitze durch Bildung von Reizdentin eingengt.



Nr. 36. Der Zahn mit offener kariöser Kavität war die Ursache sehr starker Spontanschmerzen, besonders auf kalte Luft, die im ganzen Trigeminusgebiet ausstrahlten. Der Kavitätengrund war braun verfärbt und von zäher Konsistenz. Nach erfolgter Imprägnation und gutem Abschluß der Kavität wurden der Patientin zwei Tabletten Optalidon verabfolgt zur Schmerzlinderung, und anderntags waren die Schmerzen im Trigeminusgebiet nur mehr ganz schwach, nach wenigen Tagen war aber jegliches Schmerzsymptom vorbei. (Über den Erfolg der Behandlung erteilen Röntgenbild und histologischer Schnitt Auskunft.)



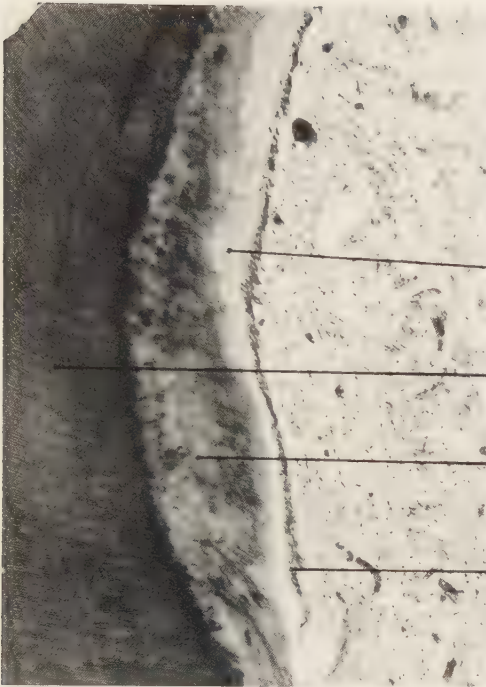
Nr. 43, Herr H. W., 8<sup>1</sup> mes.



Ausschnitt aus Nr. 43

Zeiß Objektiv 30 mm

Zeiß Okular 0



# Ausschnitt

1. Vergrößerung:

Zeiß Objektiv Fl 13 mm

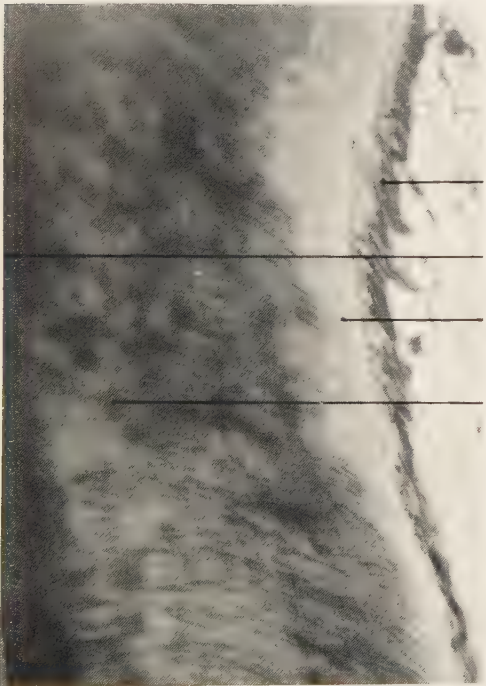
Zeiß Okular 0

Sekundärdentin (geordnete Dentinkanälchen)

primäres Dentin (gleichmäßig verlaufende Dentinkanälchen)

Fibrillendentin (ungeordnete Dentinkanälchen) mit Verkalkungen

Odontoblastensaum



2. Vergrößerung:

Zeiß Objektiv Fl 4,5 mm (35)

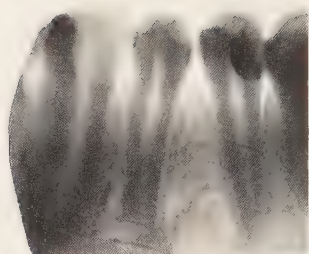
Zeiß Okular 0

Odontoblasten

Primärdentin nicht mehr sichtbar

kanalisiertes Sekundärdentin (reguläres)

Fibrillendentin mit ungeordneten Dentinkanälchen und Verkalkungen



Nr. 44 I, Frl. P. T., 25jährig,  $\overline{5}$  dist.  
Caries profunda.



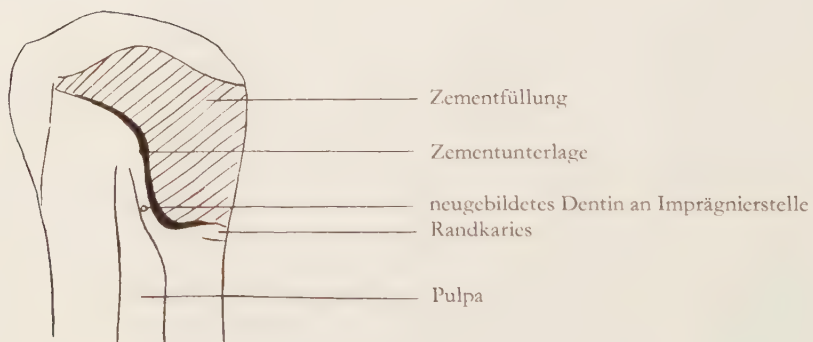
Nr. 44 II, nach 6 Monaten.



Vergrößerung aus Nr. 44 I.



Vergrößerung aus Nr. 44 II. An Imprägnationsstelle deutlich Reizdentin gebildet.



Nr. 47. Der Zahn hatte seit drei Wochen schon mehrmals auf kalt geschmerzt. Beim Exkavieren gegen die Pulpa zu wurde die bloße Berührung durch den kalten Bohrer sehr schmerzlich empfunden. Wenn ich mit dem Gummibläser aus Distanz kalte Luft nur an der Kavität vorbeistreichen ließ, wehrte der Patient sofort ab. Es war nun äußerst frappant zu sehen, wie nach erfolgter Imprägnation das direkte Einblasen von Kaltluft in die Kavität kaum mehr beachtet wurde. Das nach drei Monaten hergestellte Kontroll-Rx zeigt gegenüber Rx I eher eine Besserung der Dentinbrücke, der Pulpaschatten hat sich nicht verändert, im Wurzelkanal ist ein Dentikel unverändert geblieben, und der Patient hatte seit der Imprägnation und Füllung nie mehr Schmerzen gehabt. Die klinische Vitalitätsprüfung ist positiv.

Nr. 53. Die Patientin kam mit starken Spontanschmerzen, da die Kavität sehr tief kariös und für die äußern Reize wie Kaltluft sehr leicht zugänglich war. Der Kavitätenboden war unverfärbt und weich, wahrscheinlich bis auf die Pulpa entkalkt, denn es erfolgte einige Minuten nach der Imprägnation ein merklicher Anstieg der Schmerzintensität. Aber schon einen Tag später waren die empfindlichen Schmerzen verschwunden. Sechs Wochen darauf wurde Patientin bestellt und versuchsweise der Zementverschluß sorgfältig entfernt, und siehe, der Kavitätenboden war in seiner ganzen Ausdehnung weich geblieben. Auf Kaltluft war die Kavität nicht entsprechend empfindlich, wenn es auch unangenehm empfunden wurde. Ich konnte nun mit einem scharfen Exkavator sachte vom erweichten Dentin wegschaben; die Kavität wurde auf kalt zunehmend empfindlich, und als ich mit einer spitzen Sonde den Kavitätenboden untersuchte, konnte ich an einer erweichten Stelle mit wenig Druck die Pulpa erreichen, was mir der anschließende Blutaustritt bewies. Mit andern Worten, die Pulpa war also vital geblieben.

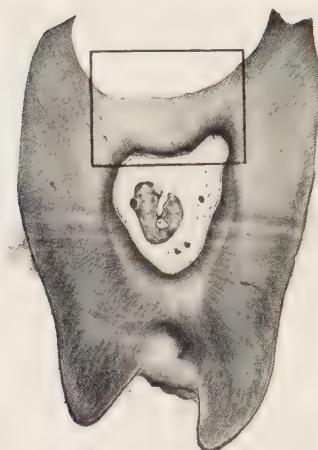
### Erklärung und Ergebnisse der Kontrolltabellen

Folgende Zusammenstellung gibt Auskunft über die Beschaffenheit der zurückgelassenen Dentinbrücke bei den verschiedenen imprägnierten Kavitäten:

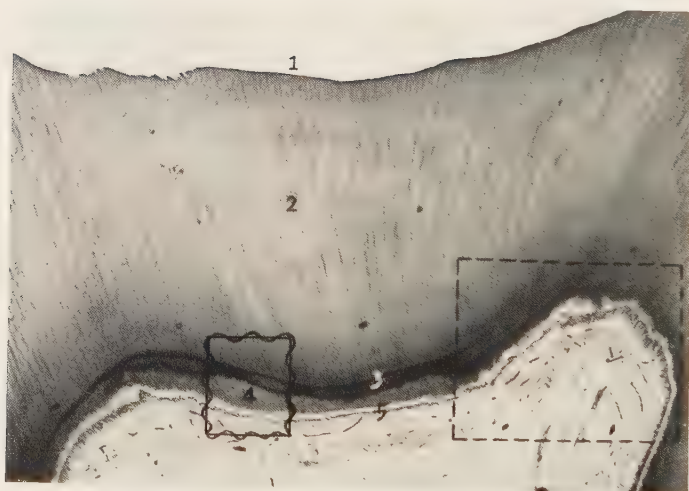
|                                                                     | Anzahl<br>Zähne |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------|
| wenig verfärbt, hart . . . . .                                      | 4               |
| braun verfärbt, hart . . . . .                                      | 11              |
| wenig verfärbt, weich . . . . .                                     | 12              |
| braun verfärbt, weich . . . . .                                     | 1               |
| (bei der Kontrolle mort.)                                           |                 |
| braunverfärbt, zäh . . . . .                                        | 31              |
| davon waren bei Beginn der Imprägnation                             |                 |
| schmerzfrei . . . . .                                               | 34              |
| intermittierend kaltempfindlich . . . . .                           | 15              |
| spontan schmerzend, bis ins Trigemini-gebiet ausstrahlend . . . . . | 3               |
| auf kalt und warm schmerzend . . . . .                              | 5               |

### Anmerkung

Hart nannte ich den Kavitätengrund, wenn er bei Bearbeitung mit einem stumpfen Bohrer einen schwachen Glanz annahm, weich, wenn sich durch einen scharfen Exkavator ohne Druck leicht Substanz wegnehmen ließ, und zäh, wenn er sich nicht glänzend polieren ließ und mit der Sondenspitze nur unter Druck Kratzer einprägen ließ.

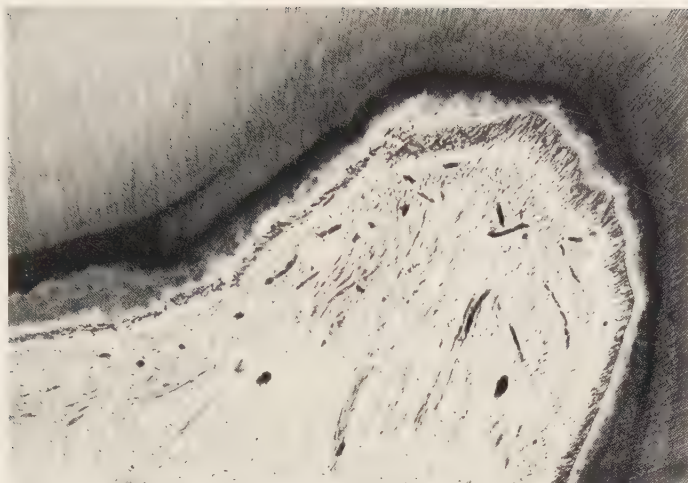


Nr. 46, Frl. L. P., 6| centr.



Ausschnitt aus Nr. 46   
 Zeiß Apochromat 30 mm  
 Zeiß Okular 

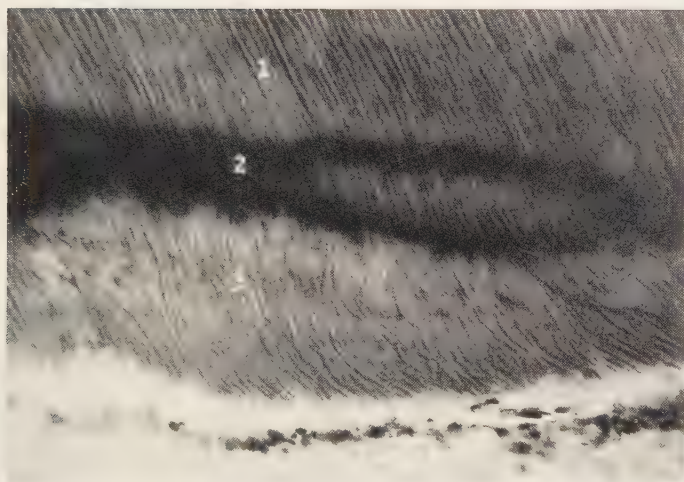
- 1 = Kavitätenboden
- 2 = primäres Dentin
- 3 = Kalkabwehrzone des Dentins
- 4 = irreguläres, sekundäres Dentin
- 5 = Osteoblastensaum



Ausschnitt

Zeiß Objektiv Fl 13 mm

Zeiß Okular 0



Ausschnitt



Zeiß Objektiv Fl 4,5 mm (35)

Zeiß Okular 1

1 = primäres Dentin

2 = Verkalkungszone

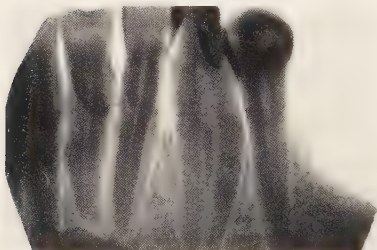
3 = irreguläres Sekundärdentin



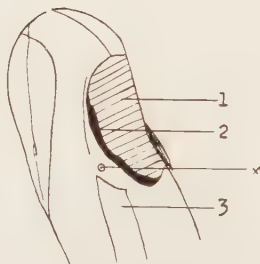
Nr. 47 I, Herr H. S., 39jährig,  $\overline{3}$  dist.



Nr. 47 II, nach 4 Monaten.



Nr. 47 III, nach 6 Monaten.



- 1 = Zementfüllung
- 2 = Zementunterlage
- 3 = Pulpa
- x = neugebildetes Dentin



Vergrößerung aus Nr. 47 I.



Vergrößerung aus Nr. 47 II.  
Unter Imprägnationsstelle  
Reizdentin gebildet.



Vergrößerung aus Nr. 47 III.  
Reizdentin noch deutlich  
sichtbar.



Nr. 49 I, Frau F. R., 43jährig,  $\bar{3}$  dist.



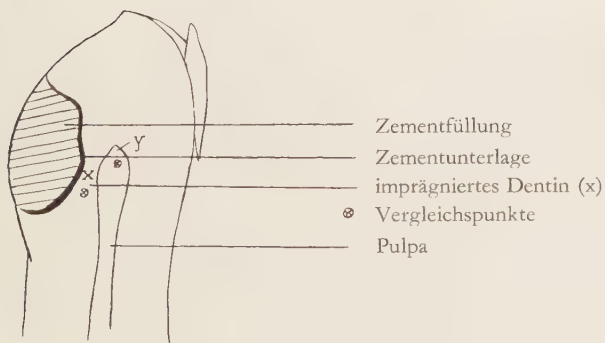
Nr. 49 II, nach 3 Monaten.

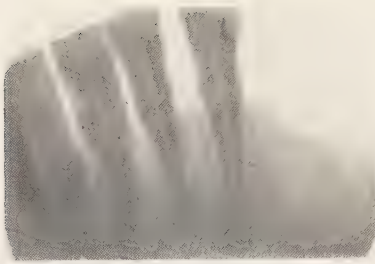


Vergrößerung aus Nr. 49 I.

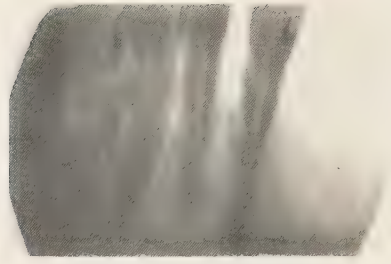


Vergrößerung aus Nr. 49 II. Beachte Dentinbrücke (x) und Pulpahorn (y).

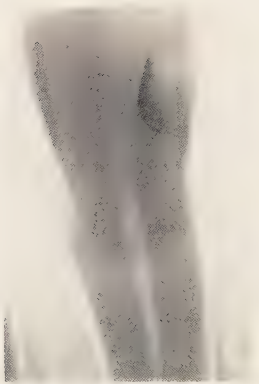




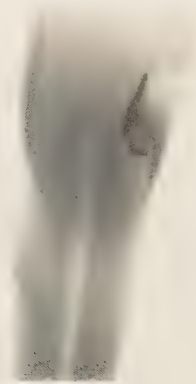
Nr. 50 I, Frl. P. G., 55jährig, 2. dist.



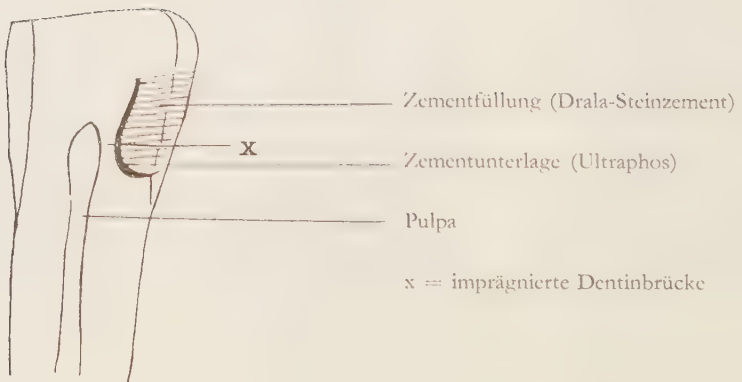
Nr. 50 II, nach 3 Monaten. Der Zahn ist vital.



Vergrößerung aus Nr. 50 I.



Vergrößerung aus Nr. 50 II. Man beachte die Schattierung an der Imprägnationsstelle.



## Zusammenfassung

Das Imprägnationsmittel Zinkchlorid-Kaliumferrozyanid, das heißt das im Handel erhältliche Dontoine A und B, läßt sich bei der Behandlung der Caries profunda mit gutem bis sehr gutem Erfolg verwenden. Durch Einmassieren der beiden Lösungen entsteht in der dünnen Dentinbrücke, die zur Vermeidung einer artifiziellen Eröffnung über der Pulpa belassen wurde, ein gut abdichtender, feindisperser Niederschlag, der die Pulpa vor schädigenden Einflüssen der chemischen Stoffe aus Füllungsmaterialien schützt und den Saftstrom aus der Pulpa an den kariesinfizierten Kavitätenboden unterbindet oder sehr stark einschränkt, wodurch zurückgelassene Bakterien in ihrem Lebensraum eingeeignet sind. Leichte seröse Pulpitiden heilten unter einer solchen Imprägnation aus, und wenn das Zinkchlorid die Pulpaoberfläche erreicht, was klinisch an einem etwa fünf Minuten dauernden schmerzhaften Reiz angezeigt wird, so ist dies der Anreiz zur Dentinbildung, ohne dabei die Pulpa selbst ernstlich zu schädigen. Die Imprägnation ist dort indiziert, wo aus pulpaprophylaktischen Gründen eine Schicht verfärbten harten oder wenig verfärbten weichen Dentins zurückgelassen werden soll.

Die Imprägnation hat außer der Kavitätenimprägnation auch ihr Anwendungsgebiet bei der Behandlung des hypersensiblen Dentins.

## Literatur

- Abderhalden, R.*: Medizinische Terminologie. 1948.  
*Batt, H.*: Gibt es ein Kariesrezidiv? Schweiz. Mschr. Zahnhk. 1942.  
*Bonsack, Ch.*: Peut-on laisser de la dentine cariée sous une obturation? Schweiz. Mschr. Zahnhk. 1948.  
*Ebrensperger, M.*: Remineralisationstheorie. Schweiz. Mschr. Zahnhk. 1940.  
*Fischer, R.*: Die Behandlung der caries profunda. Dtsch. zahnärztl. Wschr. 1944.  
*Gottlieb, B.*: Dental caries.  
*Greth, H.*: Über Fortschritte in den Methoden der Pulpaerhaltung. Zbl. Zahn- usw. Hk. 1940.  
*Harndt, E.*: Ein Beitrag zur Kariesprophylaxe auf biologischem Wege als Ergebnis experimenteller Forschung. Dtsch. zahnärztl. Wschr. 1937.  
*Held, J.*: Imprégnation des tissus dentaires par le nitrate d'argent et le chlorure de Zinc. Médecine et Hygiène 1950.  
*Hess, W.*: Prophylaxe der Pulpaerkrankungen und Lebenderhaltung der Pulpa. Schweiz. Mschr. Zahnhk. 1941, 1942.  
*Jeanneret, R.*: Kariesforschung und -bekämpfung. Schweiz. Mschr. Zahnhk. 1948.  
*Jung, C.*: Imprégnation statt Exkavation bei Caries profunda. Zahnärztl. Rdsch. 1932.  
*Müller, O.*: Kariesprophylaxe. Schweiz. Mschr. Zahnhk. 1949.  
*Müller, O.*: Pathohistologie der Zähne.  
*Nufer, W.*: Untersuchungen über die Beeinflussung tiefer Kariesherde mit Endoxyl I. Diss. Basel 1947.  
*Okino, S.*: Experimentelle Untersuchungen über die Durchlässigkeit der transparenten Zone bei der Dentinkaries am lebenden Zahn. Schweiz. Mschr. Zahnhk. 1930.  
*Schröder, Hr.*: Neue Wege zur Behandlung der Caries profunda. Zahnärztl. Rdsch. 1931.  
*Trebtsch, H.*: Über oligodynamische Silberwirkungen. Z. Stomat. 1929.  
Chemische Daten aus der Zeitschrift für angew. Chemie, 1933.

|                          |                                                                  |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Schweiz. Mschr. Zahnhk.  | = Schweizerische Monatsschrift für Zahnheilkunde;                |
| Dtsch. zahnärztl. Wschr. | = Deutsche zahnärztliche Wochenschrift;                          |
| Zbl. Zahn- usw. Hk.      | = Zentralblatt für die gesamte Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde; |
| Zahnärztl. Rdsch.        | = Zahnärztliche Rundschau;                                       |
| Z. Stomat.               | = Zeitschrift für Stomatologie.                                  |





